

Grado de Ingeniería Informática
2018

Trabajo Fin de Grado

“Rediseño y desarrollo de un sistema interactivo móvil basado en tecnologías híbridas para la creación y visualización de experiencias de realidad aumentada”

Carlos Martín Mateos

Tutor

Marco Romano

Leganés, octubre 2018



Esta obra se encuentra sujeta a la licencia Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**

RESUMEN

La tecnología móvil avanza a una velocidad impresionante y cada vez son más los usuarios que dedican parte de su tiempo a usar estos dispositivos para disfrutar de sus distintas funcionalidades. Uno de los temas que está a la orden del día es el tratamiento de emergencias y es un hecho que las aplicaciones dedicadas a tratar estos eventos son escasas o poco populares. Este es un tema en el que la involucración de los usuarios debería ser mayor por el bien común de la ciudadanía.

Es por este motivo por el que hemos decidido realizar este proyecto en el cual ofrecemos una plataforma para la creación de contenido de realidad aumentada con geolocalización y la realización de cursos de gestión de emergencias. Para su desarrollo hemos decidido utilizar una plataforma ya diseñada anteriormente que utiliza la técnica de gamificación, al igual que todas las funcionalidades desarrolladas, con esto pretendemos captar la atención del usuario con el fin de aumentar la participación y la popularidad de este tipo de aplicaciones.

Para el desarrollo de la aplicación se realizó un estudio de la tecnología actual, se propuso una serie de requisitos para su realización y se definió el diseño de la aplicación obteniendo así un prototipo funcional de la aplicación ofreciendo las funcionalidades básicas propuestas.

Durante todo el proyecto nos basamos en la técnica de creación de escenarios con un enfoque basado en los usuarios ya que al final serán ellos los que decidirán si usar la aplicación en un futuro.

Tras esto se propuso una evaluación del proyecto en forma de encuesta a una serie de usuarios que se ofrecieron a utilizar la aplicación. Una vez finalizada se realizó un análisis de los datos obtenidos en la misma obteniendo los primeros resultados e impresiones de la aplicación desarrollada.

En este documento se recogen cada una de las fases realizadas durante el desarrollo del proyecto y se detalla cómo han sido llevadas a cabo hasta llegar al objetivo propuesto.

Palabras clave: Realidad aumentada, gamificación, geolocalización, emergencias, tecnología móvil.

ABSTRACT

Mobile technology is advancing at an impressive speed and more users are devoting part of their time to using these devices to use their different functionalities. One of the issues, which is the order of the day, is the treatment of emergencies and it is a fact that the applications dedicated to dealing with these events are scarce or unpopular. The involvement of users should be greater for the common benefit of citizens in this topic.

It is for this reason that we have decided to carry out the project in which we offer a platform for creating augmented reality content with geolocation and the realization of emergency management courses. For its development, we have decided to use a previously designed platform that uses the gamification technique, also used in all functionalities developed, with this we intend to capture the attention of the user in order to increase the participation and popularity of this kind of applications.

For the development of the application have been carried out a study of the current technology, a series of requirements was proposed for its realization and the design of the application was defined, getting a functional prototype of the application offering the proposed basic functionalities.

Throughout the project, we focused on the technique of creating scenarios based on users since in the end they will be who will decide whether to use the application in a future.

After this, it proposed a survey dedicated to a series of users who used the application. Once finished, it made an analysis of the data collected, with the purpose of getting the first results and opinions of the developed application.

This document includes all the phases carried out and it details how they have been realized until reaching the goal.

Keywords: Augmented reality, gamification, geolocation, emergencies, mobile technology.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría hacer una mención especial a todas las personas que, de forma directa o indirecta, han tenido algo que ver con este trabajo.

En primer lugar, me gustaría reconocer el apoyo que me ha ofrecido mi familia y mi pareja durante todo este trabajo, tanto en los buenos como en los malos momentos. Por creer en mí y animarme siempre.

También a todos los compañeros de la carrera que me han ayudado, con los que he compartido penas y alegría, y al final, haciendo recuento de todos estos años, no ha sido para tanto.

Por último, dar las gracias a Marco, mi tutor, por confiar en mí para el desarrollo de este proyecto y apoyarme, en el mismo, desde el primer momento. Y por toda la ayuda que he recibido en la elaboración del proyecto.

SUMMARY

INTRODUCTION

It is evident that in recent years the technology have advanced exponentially, and this phenomenon is due to the high production of new mobile devices and the wide range of applications available to them. Nowadays, anybody has a Smartphone, a computer in miniature which go with it to anywhere. Therefore, in our project we decided to focus on these devices which are updated every day to adapt to the new needs of users.

Like the devices, its technology also advances with speed, providing new functionalities and features that have the purpose of making everything simpler or more comfortable to the user. One of these technologies is the augmented reality (AR), of which we speak later explaining its principles and characteristics.

Our project is based on the creation of a mobile application of augmented reality with geolocation used to create courses for the iWarn application [1] developed previously. The application is related to the control of emergencies and incidents on public roads. With our application, users will be able to carry out different training courses in an interactive way thanks to the augmented reality and geolocation, in order to promote the commitment related to this type of incidents, and in some way to make that citizens are aware of the importance to control of an emergency on time.

iWarn is a mobile application in which the user can perform different missions related to emergency control, creating groups with different users, it developed with the gamification technique that we explain later. In this application, we will include new experiences for the user, offering new features, adding other technologies and using different techniques for its development.

Motivations

When we talk about of emergencies, we refer to any everyday situation that can become dangerous for any citizen. We talk about accidents, fires, climate risks, etc. Situations that can cause different damages to the users and that have to be treated with a certain knowledge to avoid greater dangers.

The idea is offering to the user an interactive and attractive platform, in which he can give his services to other users in exchange for learning that can be useful for this user. All this developed on the mobile platform using a simple and intuitive design.

In this way, the goal is reducing the number of incidents or, in the worst case, the consequences that those can produce in our environment.

The main motivations when we developing this project are, first, to avoid dangerous emergencies for citizens in order to save lives. Decreasing costs in the realization of learning courses related to emergencies for users. To obtain the collaboration of the European community focusing on the field of incidents prevention, making aware of this issue to the users.

Issue

It is true that there are other applications or services for the control of citizen emergencies, but the main problem with these applications is that they may be tedious and complicated for the user.

Next, we show in the table a ranking of the most used emergency treatment applications, the number of users who have rated this application and the number of downloads.

RANKING OF EMERGENCY APPLICATIONS					
Application	Nº Users	Nº Downloads	Application	Nº. Users	Nº Downloads
Safe 365 (Alpify)	12104	1 million	My112	1383	500 thousand
ICE	3953	100 thousand	AlertCops	612	100 thousand
Medical ID	3420	100 thousand	SOS Emergencias	251	10 thousand
OruxMaps	3260	100 thousand	SOS – 112	18	One thousand

Table 1.1 Ranking of emergency applications

As we can see, very few user classifications were obtained for the most used emergency control applications. This is an indicator that applications, each time, are used less and the number of active users decreases with the passage of time as we have mentioned above.

That is because we look for the support of new technologies and techniques so as to develop a gamified application for the user with a background based on the original idea of emergency control.

Applications which are not correctly oriented to a specific group of users or they are too complex to use and learn, may reduce the number of active users, so fun and ease of use should be two key factors.

Another great problem is to join the two main users for this kind of problem, on the one hand, citizens and on the other hand the organizations responsible for these emergencies. Sometimes the lack of communication between these two groups is a key factor in the treatment of these situations.

Goals

Next, we will define the objective that we intend to achieve with this project, for this process we must take into account the problems mentioned in the previous section.

The main objective of our work is to increase citizen participation in emergencies using applied technology. With this aim, it is intended to overcome the problem described above by offering a viable solution in the form of a mobile application.

STATE OF ART

This chapter deals will develop the field on with this work is produced, as well as, the technology and techniques used in the process, at the same time, with its state of development, other works related or similar to it. In order to obtain a clearer vision of what situation we are in and, from here, start working with our project.

Technology used for the development of the proyect

All the development of this work is based on augmented reality technology, which is identified as one of the main pillars. Augmented reality consists of the inclusion of virtual elements within the physical world that surrounds us. For the control of these elements, physical (tangible) objects are used, which the user can easily manipulate. All these objects controlled with augmented reality provide extra information to users which they can use and over which they can perform actions.

One of the most important components in augmented reality are the "markers", these are the elements, which are found in the physical world, from these element augmented reality (RA) is generated.

This technology has increased in recent years due to two main factors. On one hand, the increase in the speed of processors when it comes to processing images, giving greater fluidity and credibility. On the other hand, the development of new cameras with higher resolutions in a large number of devices of all kinds (Smartphones, Laptops, Webcams, etc.).

The way used to show the virtual information to the user is done through images generated in the devices, which overlap the real world, offering the sensation that the virtual element is really there. And presenting the device to the users as a window to a completely new world, the virtual world.

This is why it is very important, the processors that quickly generate the images on the camera's perspective of the device, around the user, with images that have different actions (they move, they rotate around the user, they change their appearance). But, equal importance has the quality of the cameras that generate a much more realistic

feeling, not only of the physical objects that it records, but also of the virtual elements that mix with them, with the ultimate goal of creating a homogeneous blend, by merging these two elements in the same world.

Many people confuse augmented reality with virtual reality, but these two terms are not the same. Augmented reality is in the middle ground between the physical environment and the virtual environment, while virtual reality is directly related to the virtual environment. This is because the main objective of virtual reality is to create a virtual world in which nothing physical is relevant. It is a totally inverted experience in which the user observes new objects as well as new landscapes, all of them virtual. While, in augmented reality, the world that is shown is the one that the user can observe (physical world) and objects are elements that also belong to this world. Only the information added about them is what belongs to the virtual world.

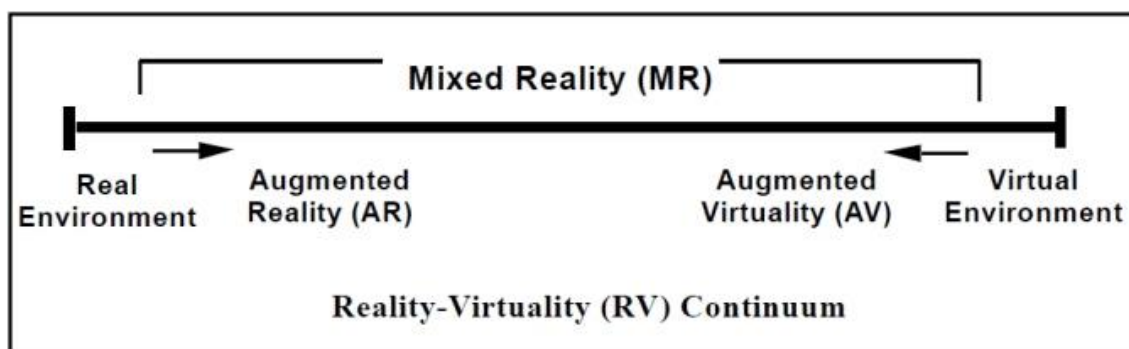


Figure 2.1 Reality-Virtuality Continuum

Paul Milgram and Fumio Kishino defined this difference between the varied technologies found between the real environment and the virtual environment, as we can see in Figure 2.1, offering a system of organization at the moment in which all these technologies began to be defined.

As this technology has been developed, different organizational schemes have been created to locate it in its respective field of application and expose all its characteristics. It is worthy highlighting Carlos Prendes Espinosa work who defined the so-called levels of augmented reality [3]. Prendes Espinosa divided the augmented reality into four different levels, according to its functionality:

- Level 0: It is related to augmented reality applications that interact with the real world through barcodes and QR codes. Very simple applications that offer a basic interaction.
- Level 1: More advanced RA applications that work with markers to generate different scenes of virtual 3D elements on the camera. More advanced than the previous level.
- Level 2: Applications like those of the level 1, but that work without markers. To generate the virtual scenes, they rely on elements such as the GPS or the compass of the device to locate the scenes and the users.

- Level 3: Framing the applications of augmented vision, more sophisticated devices that generate very realistic images in the user's environment offering greater credibility.

For our work we have used augmented reality level 2, which does not have any physical marker, but the scenes generated by augmented reality are controlled by GPS and the compass, in our case, of the mobile device.

ANALYSIS

Once analyzed the state of the art we will perform the analysis of the application, for this process, first, we have to study the users who will use the application, then create a series of scenarios to obtain the cases of use and a solution that affects these scenarios will be proposed. Finally, the requirements used to create the application are defined, both functional and non-functional.

Methodology

Through the requirements we obtain the functionality that the application will have, in order to obtain an overview of the capacities it has available. These requirements also describe the limitations our application is submitted. For the correct development of these requirements we have used a scenario-based approach [7]. This approach focuses on locating a series of scenarios that are directly related to the cases of use of the project. For each one of these scenarios, a series of actors are searched, whose characteristics are described to observe how they act. Each of these scenarios shows a situation in which users show problems regarding a specific topic. From these scenarios, an analysis will be made to obtain a possible solution and finally we will study how these scenarios have evolved based on the proposed solution.

DESIGN

Once we have developed the requirements and the analysis part we can start with the design of our project. In the first place, we will approach the context in which our project is developed. After this, we will tackle the software architecture that we have chosen to correctly develop the project and meet all the requirements we have defined. Finally, we will expose the Wireframes of the application that will be created with a brief explanation of each of them to understand the complete functioning of our project.

System context

First of all, it is necessary to obtain a generic vision of the whole system to be developed to define the main parameters on which all the work will be carried out.

We must remember that our experience will be developed on the iWarn gamification application, therefore, in some parts of the application design we have adapted to the infrastructure with which we already had.

The first step is to obtain all the requirements defined in the previous chapter as premises that must fulfill our work. Our application must work on mobile devices where users can, among many other options, create and carry out courses, with persistent data that must be stored for different sessions. The application must access the different components of the mobile to obtain information from their sensors and use these values on the application.

The Ionic and Cordova SDKs have been used for the development of the application and the creation of the user interface that we will see later with Wireframes. These two SDKs work on Node.js with the JavaScript programming language that we have used to create the necessary drivers and give functionality to the application, in relation to the interface of the application is created through HTML files.

The great potential offered by both Ionic and Cordova is that they allow the application to be created for a generic system and, once completed, it can be exported to completely different environments without needing to make any changes. In this way, the application only has to be programmed once and then it will be distributed to the different operative systems we want. In case of we need to make modifications or updates on the application, they will be made on the Ionic / Cordova project and once the change is made, it will be exported to all desired systems. As we can see, it allows a great adjustment to the different mobile devices on the application which it will be used and a quick way to generate updates.

It is true that, for some of the mobile operating systems, it may be some types of incompatibilities. To solve this, we decided to analyze the mobile systems as can be seen in the following figure:

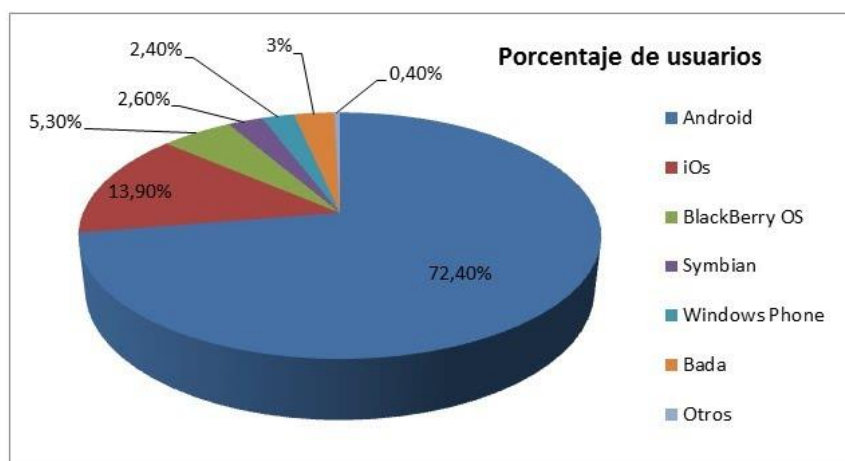


Figure 4.1 Users in different Mobile Operating Systems

As we can see in the graph, the sum of users that use Android and iOS systems reaches 86.3% of the total users. We decided to focus on this sector of users, as these two systems, Android and iOS are completely compatible with Cordova, as shown in Table 4.1.

Each of the different sections of the application will have different HTML files in which the interface will be developed. Each of them will have, at least, an independent CSS, only to design the elements that appear in the HTML and, optionally, with other generic CSS that define the design of elements that can appear in different locations. Finally, each of these sections will have the different JavaScript controllers in charge of giving all the functionality to the application and checking out that everything is running correctly.

The application also has a server to perform the persistence of user data, the necessary requests to contact this are made from the different JavaScript controllers.

Therefore, the usage flow of the application is as follows. Users will access the application to create or perform their different courses. The application will be in charge of acting as an intermediary between the users and the server to obtain and store all the necessary data, showing all the necessary information to the user through its interface. This process can be observed in Figure 4.2.

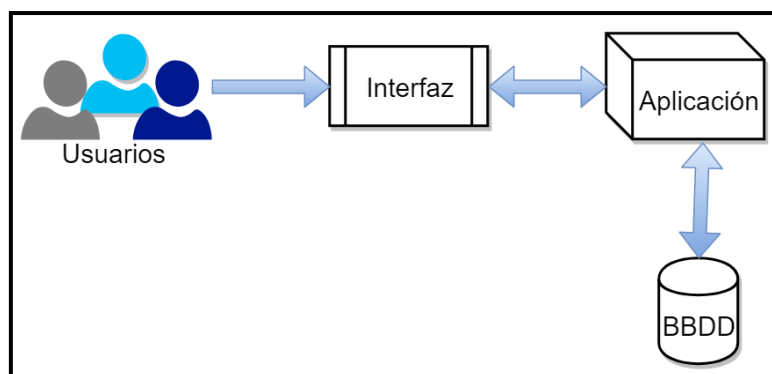


Figure 4.2 Context of the application

This project is developed as an application that will be adapted to the iWarn gamification environment to add new features and a new user experience.

EVALUATION

Next, we present the study carried out on our project in order to know if it achieves the aims proposed. For the fulfillment of this study, the first step was to obtain a prototype of developed software, with basic functions, but functional enough for its correct use. Once obtained, the survey shown below was carried out.

TAM questionnaire

In the study, a meeting was organized with a group of people who had no previous experience with the application developed. The selection of people was made taking into account some factors that they should have such as being familiar with smart phones, people from different professional fields, people of different age range, etc. There was a group of ten people who carried out this questionnaire. Although it is a small group of users, we can obtain some simple conclusions about how the application is intuited, in order to identify and deal with future problems that we have overlooked. Later we would have to carry out a wider study to obtain results that are more accurate.

It should be noticed that none of the users had used this or similar application before, as this could influence the results of the questionnaire. Although some of them had experience with applications of gamification and augmented reality in mobile devices, bearing in mind that this is a pilot questionnaire since the number of users chosen is very small and their ages are very distant from each other. To obtain results that are more accurate it would be convenient to carry out a study focused on a group of users with more similar characteristics.

Once the users were selected, we designed a questionnaire that would allow us to obtain simple results to carry out a quick analysis. We use the TAM questionnaire model (Technological Acceptance Model), widely used to study software in the real world. Its goal is to explain the different factors that makes a user accepts or rejects a software application.

CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

This is the last chapter of the present document, in which a conclusion of the complete development of the project is presented in form of a colophon for the conclusion of the project. Different lines of work are exposed to continue with the project in the future, in order to increase its functionality or approach it in a different way as required.

Conclusions

The development of this project was decided by carrying out a current study on mobile applications dedicated to the emergencies treatment sector. As we can see in the study, the level of commitment of users in this type of applications is very low; as a result, it was decided to create an application with new more interactive technologies in order to increase the participation of users in this field. For the realization of this application we rely on mobile technology, the most comfortable and basic for users and we work with augmented reality, which fulfills the role of keeping the user attentive and increasing their enjoyment..

Once the analysis of the current situation was made, the development of the application was proposed with two basic functions. On one hand, to implement the section of courses with augmented reality on the iWarn platform to offer a new experience to users, and on the other hand, to create a platform from which different organizations can create reality content increased for use in that application.

Then, an analysis of requirements was made to see the functionalities that our application should have and, in some way, to restrict it with a series of parameters to make its development viable.

Afterwards, the design and development phase began. First, an analysis of the different available technologies was made and once the optimal technology was selected, work was started. Next, all the components, packages, connections and files of the application were developed in order to get a functional prototype with the basic characteristics.

Finally, with the finished prototype, it was decided to conduct a study in the form of a survey on a group of users who would test the application. The purpose of this evaluation is to obtain the first impressions of the users in order to solve future problems and giving the possibility to modify the application according to the responses of the users.

As we could see after finishing the survey, the reactions of the users were quite good in relation to some features of the application such as ease of use, usability, enjoyment, commitment and intention to use. Although, as mentioned previously, the evaluation has been a pilot experiment, since in order to obtain results that are more accurate we should have a greater number of candidates with similar characteristics.

To conclude, it could be added that the development of the project was successfully completed within the period defined in its planning. Therefore, new possible lines of research are opened on which this project could be focused, in order to continue with its development and continue with the goal defined at the beginning.

Future work

In the development of this project, time has been limited, so we present future lines of work to continue with it.

First, you can include new functionalities to the application developed in order to increase its qualities and offer a much more elaborate experience to end users, as well as, to solve some of the failures that may appear in the application already developed. One of the main ideas following this line is to give more facilities when it comes to obtaining the geographical location of the different points or expand the information shown on the map with options to see all points of a given course.

Another of the possible lines of future work, as we have mentioned before, would be to carry out an evaluation with more users, in order to analyze the development that is carrying out for the application and adapt to the characteristics of users, who, after all, they will decide whether to use the application or not. Taking the results of the experiment into account, a study should be carried out with a greater number of participants and with similar characteristics.

Finally, in the long term, continue it may be with the implementation of new types of courses, missions, teamwork, for the iWarn application, in order to offer greater possibilities to the user. For this aim, other technologies that follow the same principles as those used, simplicity in their use, powerful features or user enjoyment could be used. Always looking towards further collaboration between users and organizations that use the application.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Motivaciones.....	1
1.2 Problema	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Pasos principales	3
1.3.2 Pasos secundarios	4
1.4 Estructura del documento	4
2. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	6
2.1 Tecnología usada para el desarrollo del trabajo.....	6
2.2 Aplicaciones parecidas	8
2.3 Técnica de gamificación	11
3. ANÁLISIS.....	13
3.1 Metodología	13
3.2 Actores	16
3.3 Escenarios	16
3.3.1 Mejora de la seguridad vial	17
3.3.2 Control de incendios	17
3.4 Solución propuesta.....	17
3.5 Evolución de los escenarios	18
3.5.1 Mejora de seguridad vial	18
3.5.2 Control de incendios	18
3.6 Requisitos.....	19
3.6.1 Requisitos funcionales	19
3.6.2 Requisitos de datos	26
3.6.3 Requisitos de entorno	28
3.6.4 Requisitos de usuario.....	30
3.6.5 Requisitos de usabilidad	32
4. DISEÑO	34
4.1 Contexto del sistema	34
4.1.1 Alternativas de diseño	37

4.1.2	Marco regulador	41
4.2	Arquitectura del software.....	43
4.3	Componentes de la aplicación	44
4.4	Servidor.....	47
4.5	Generación de escenas	50
4.6	Wireframes y prototipos	55
4.6.1	Pantalla de Login	55
4.6.2	Pantalla de menú de curso	56
4.6.3	Pantalla de Mapa	58
4.6.4	Pantalla de realidad aumentada	59
4.6.5	Pantalla del creador de cursos	61
5.	EVALUACIÓN.....	66
5.1	Cuestionario TAM	66
5.2	Resultados	69
6.	GESTIÓN DEL PROYECTO	71
6.1	Fases del proyecto.....	71
6.2	Planificación	73
6.3	Impacto socio-económico	76
6.4	Presupuesto	77
7.	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	80
7.1	Conclusiones.....	80
7.2	Trabajo futuro	81
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	82
ANEXO A: ACRÓNIMOS		
ANEXO B: FORMULARIO TAM		
ANEXO C: RESPUESTAS FORMULARIO TAM		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Reality-Virtuality Continuum [2].....	7
Figura 2.2 Ejemplo de HP Reveal	8
Figura 2.3 Ejemplo de ItCraft.....	9
Figura 2.4 Ejemplo de Layar	10
Figura 2.5 Teoría de auto-determinación	12
Figura 3.1 Esquema solución propuesta	18
Figura 4.1 Usuarios en distintos Sistemas Operativos de Móviles.	36
Figura 4.2 Contexto de la aplicación	37
Figura 4.3 Comunicación Modelo Vista Controlador	43
Figura 4.4 Diagrama de componentes	44
Figura 4.5 Componentes de la vista.....	45
Figura 4.6 Componentes del controlador	45
Figura 4.7 Componentes del modelo.....	47
Figura 4.8 Esquema relacional de la BBDD.....	48
Figura 4.9 Cálculo de la hipotenusa	51
Figura 4.10 Cuadrantes.....	52
Figura 4.11 Calculo del ángulo según cuadrante.....	53
Figura 4.12 Cálculo de rotación de una figura	54
Figura 4.13 Wireframe y prototipo de la página de login	55
Figura 4.14 Wireframe y prototipo de menú de curso.....	56
Figura 4.15 Prototipo menú de curso, parte inferior.....	57
Figura 4.16 Wireframe y prototipo de mapa	58
Figura 4.17 Wireframe y prototipo de cámara	59
Figura 4.18 Prototipo de cámara con realidad aumentada.....	60
Figura 4.19 Wireframe y prototipo del creador de cursos 1	61
Figura 4.20 Prototipo creador de cursos 2	62
Figura 4.21 Prototipo creador de cursos 3	62
Figura 4.22 Prototipo creador de cursos 4	63
Figura 4.23 Prototipo creador de cursos 5	63
Figura 4.24 Prototipo creador de cursos 6	64
Figura 4.25 Prototipo creador de cursos 7	64
Figura 4.26 Wireframe y prototipo de mensaje de error	65
Figura 5.1 Esquema cuestionario TAM.....	67
Figura 6.1 Fases del proyecto	71
Figura 6.2 Gantt esperado.....	74
Figura 6.3 Gantt real	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Ranking de aplicaciones de emergencias	2
Tabla 3.1 Tabla modelo de requisito	15
Tabla 3.2 Tabla de actores.....	16
Tabla 3.3 Tabla de requisito RS-F01.....	19
Tabla 3.4 Tabla de requisito RS-F02.....	19
Tabla 3.5 Tabla de requisito RS-F03.....	20
Tabla 3.6 Tabla de requisito RS-F04.....	20
Tabla 3.7 Tabla de requisito RS-F05.....	20
Tabla 3.8 Tabla de requisito RS-F06.....	21
Tabla 3.9 Tabla de requisito RS-F07.....	21
Tabla 3.10 Tabla de requisito RS-F08.....	22
Tabla 3.11 Tabla de requisito RS-F09.....	22
Tabla 3.12 Tabla de requisito RS-F10.....	23
Tabla 3.13 Tabla de requisito RS-F11.....	23
Tabla 3.14 Tabla de requisito RS-F12.....	23
Tabla 3.15 Tabla de requisito RS-F13.....	24
Tabla 3.16 Tabla de requisito RS-F14.....	24
Tabla 3.17 Tabla de requisito RS-F15.....	24
Tabla 3.18 Tabla de requisito RS-F16.....	25
Tabla 3.19 Tabla de requisito RS-F17.....	25
Tabla 3.20 Tabla de requisito RS-F18.....	25
Tabla 3.21 Tabla de requisito RS-D01.....	26
Tabla 3.22 Tabla de requisito RS-D02.....	26
Tabla 3.23 Tabla de requisito RS-D03.....	27
Tabla 3.24 Tabla de requisito RS-D04.....	27
Tabla 3.25 Tabla de requisito RS-E01.....	28
Tabla 3.26 Tabla de requisito RS-E02.....	28
Tabla 3.27 Tabla de requisito RS-E03.....	29
Tabla 3.28 Tabla de requisito RS-E04.....	29
Tabla 3.29 Tabla de requisito RS-E05.....	29
Tabla 3.30 Tabla de requisito RS-E06.....	30
Tabla 3.31 Tabla de requisito RS-U01.....	30
Tabla 3.32 Tabla de requisito RS-U02.....	31
Tabla 3.33 Tabla de requisito RS-U03.....	31
Tabla 3.34 Tabla de requisito RS-U04.....	31
Tabla 3.35 Tabla de requisito RS-S01.....	32
Tabla 3.36 Tabla de requisito RS-S02.....	32
Tabla 3.37 Tabla de requisito RS-S03.....	32
Tabla 3.38 Tabla de requisito RS-S04.....	33

Tabla 3.39 Tabla de requisito RS-S05.....	33
Tabla 4.1 Compatibilidad de sensores con Cordova	35
Tabla 4.2 Tabla comparativa de software.....	41
Tabla 4.3 Esquema Modelo Vista Controlador.	43
Tabla 4.4 Módulos PHP desarrollados	50
Tabla 5.1 Preguntas del cuestionario TAM.	69
Tabla 5.2 Resultados del cuestionario TAM.	69
Tabla 6.1 Costes de personal	77
Tabla 6.2 Costes de material.....	78
Tabla 6.3 Coste total	78

1. INTRODUCCIÓN

Es evidente que en los últimos años la tecnología avanza de forma exponencial, y este fenómeno es debido a la alta producción de nuevos dispositivos móviles, y al amplio abanico de aplicaciones disponibles para ellos. Hoy en día, cualquier persona dispone de un Smartphone, un ordenador en miniatura que le acompaña a todos sitios. Y es por eso que para nuestro proyecto decidimos centrarnos en estos dispositivos que día a día se van actualizando para adaptarse a las nuevas necesidades de los usuarios.

Al igual que los dispositivos, su tecnología también avanza con velocidad, proporcionando nuevas funcionalidades y características que tienen el fin de hacer todo más sencillo o ameno al usuario. Una de estas tecnologías es la realidad aumentada (RA), de la cual hablamos más adelante explicando sus principios y características, y es la que hemos utilizado principalmente para el desarrollo de nuestro trabajo.

Nuestro proyecto se basa en la creación de una aplicación móvil de realidad aumentada con geolocalización utilizada en la creación de cursos para la aplicación iWarn [1] desarrollada con anterioridad. La aplicación está relacionada con entorno de control de emergencias e incidentes en la vía pública. Con nuestra aplicación los usuarios podrán realizar distintos cursos de formación de una forma interactiva gracias a la realidad aumentada y la geolocalización, con el fin de fomentar el compromiso relacionado con este tipo de incidencias, y de alguna manera concienciar a los ciudadanos de lo importante que puede llegar a ser mantener el control de una emergencia a tiempo.

iWarn es una aplicación móvil en la que el usuario puede realizar distintas misiones relacionadas con el control de emergencias formando grupos con distintos usuarios, desarrollada con la técnica de gamificación que explicamos más adelante. Es en esta aplicación donde vamos a incluir nuevas experiencias para el usuario ofreciendo nuevas funcionalidades, añadiendo otras tecnologías y usando distintas técnicas para su desarrollo.

1.1 Motivaciones

Cuando hablamos de emergencias nos referimos a cualquier situación cotidiana que puede llegar a ser peligrosa para cualquier ciudadano. Hablamos de accidentes, incendios, riesgos climáticos, etc. Situaciones que pueden causar distintos perjuicios a los usuarios y que han de tratarse con un cierto conocimiento para evitar peligros mayores.

La idea es la de ofrecer al usuario una plataforma interactiva y atractiva desde la cual pueda ofrecer sus servicios a otros usuarios a cambio de un aprendizaje en distintos campos que pueden ser útiles para este. Todo esto desarrollado sobre la plataforma móvil, que es muy usada hoy en día, utilizando para ello un diseño sencillo e intuitivo.

De esta manera se busca reducir el número de incidentes o en el peor de los casos, las consecuencias que estos pueden llegar a producir en nuestro entorno.

Las principales motivaciones a la hora de desarrollar este proyecto son, en primer lugar, evitar las emergencias que pueden llegar a ser dañinas para los ciudadanos para, de este modo, conseguir salvar vidas. Realizar una disminución de costes en la realización de cursos de aprendizaje relacionados con las emergencias de cara a los usuarios. Y, por último, obtener la colaboración de la comunidad europea centrándose en el ámbito de la prevención de incidencias concienciando al usuario sobre este tema.

1.2 Problema

Es cierto que existen otras aplicaciones o servicios para el control de incidencias ciudadanas, pero el principal problema de estas aplicaciones es que pueden llegar a ser tediosas y complicadas para el usuario.

A continuación, mostramos en la Tabla 1.1 Ranking de aplicaciones de emergencias, un ranking de las aplicaciones de tratamiento de emergencias más utilizadas, el número de usuarios que han valorado dicha aplicación y el número de descargas.

RANKING DE APLICACIONES DE EMERGENCIAS					
Aplicación	Nº Usuarios	Nº Descargas	Aplicación	Nº Usuarios	Nº Descargas
Safe 365 (Alpify)	12104	1 millón	My112	1383	500 mil
ICE	3953	100 mil	AlertCops	612	100 mil
Medical ID	3420	100 mil	SOS Emergencias	251	10 mil
OruxMaps	3260	100 mil	SOS – 112	18	mil

Tabla 1.1 Ranking de aplicaciones de emergencias¹

Como podemos ver se han obtenido muy pocas valoraciones de los usuarios para las aplicaciones más utilizadas del control de emergencias. Esto es un indicador de que las aplicaciones se dejan de usar poco a poco y el número de usuarios activos disminuye con el paso del tiempo como hemos mencionado antes.

¹ Origen de los datos: <https://play.google.com/store/apps?hl=es>

Por eso buscamos el apoyo de nuevas tecnologías y técnicas con el fin de desarrollar una aplicación gamificada para el usuario con un trasfondo centrado en la idea original del control de emergencias.

Aplicaciones no orientadas correctamente a un grupo de usuarios determinado o aplicaciones demasiado complejas de usar y aprender, pueden reducir el número de usuarios activos de las mismas, por lo que la diversión y la facilidad de uso deben ser dos factores clave.

Otro de los grandes problemas es el de unir a los dos grandes usuarios para este tipo de problemas, por un lado, los ciudadanos y por otro las organizaciones encargadas de estas emergencias. En ocasiones la falta de comunicación entre estos dos grupos es un factor clave en el tratamiento de estas situaciones.

1.3 Objetivos

A continuación, vamos a definir el objetivo que pretendemos conseguir con este proyecto, para este proceso hemos de tener en cuenta los problemas mencionados en el apartado anterior.

El principal objetivo de nuestro trabajo es aumentar la participación ciudadana en las emergencias utilizando una tecnología aplicada. Con este objetivo se pretende superar el problema descrito anteriormente ofreciendo una solución viable en forma de aplicación móvil.

Para obtener nuestro objetivo hemos de seguir una serie de pasos que mostramos a continuación.

1.3.1 Pasos principales

- **Estudio de las técnicas existentes relacionadas.** En primer lugar, debemos de realizar un estudio de las distintas técnicas que pueden utilizarse o que ya se utilizan para el desarrollo de nuestro proyecto.
- **Desarrollo de la aplicación de realidad aumentada y geolocalización para la creación y realización de cursos.** Esta aplicación será desarrollada de forma intuitiva, siempre mostrando una interfaz sencilla y con acciones a realizar que resulten cómodas y amenas para el usuario. Funcionará bajo la plataforma iWarn [1] en la que irá implementada con el fin de ofrecer una nueva experiencia de uso a los usuarios que utilicen dicha aplicación.

- **Creación de un prototipo funcional de la aplicación.** Con funcionalidades básicas para que pueda ser probado. Con el fin de obtener una idea básica de cómo funcionará la aplicación. Este prototipo se realizará siguiendo los requisitos y el diseño desarrollado en el proyecto.
- **Evaluación del prototipo con usuarios reales.** Para obtener una primera valoración de distintos usuarios con respecto a la aplicación. Con el fin de mejorar esta y ver cómo influye la gamificación y la utilización de realidad aumentada en este ámbito.

1.3.2 Pasos secundarios

- **Implementación de la aplicación en el entorno de iWarn.** Como ya hemos mencionado antes, con el fin de ofrecer una nueva experiencia al usuario utilizando nuevas tecnologías.
- **Mejora de la interfaz y las funcionalidades de la aplicación teniendo en cuenta la evaluación de los usuarios.** Esto se realizará en una fase posterior a la creación del prototipo, con el fin de comparar las dos versiones y obtener las diferencias.
- **Desarrollo de un entorno de creación de realidad aumentada mediante el creador de cursos.** Las organizaciones tendrán la posibilidad de crear sus propios cursos desde la aplicación, en el cual podrán seleccionar diferentes parámetros del mismo.

1.4 Estructura del documento

La estructura del documento del proyecto está dividida en siete capítulos los cuales vamos a describir a continuación:

- **Capítulo 1: Introducción.** En este primer capítulo presentamos el proyecto que se va a realizar, exponemos los problemas encontrados y los objetivos a conseguir con el desarrollo del mismo. Por último, describimos la estructura con la que estará formado dicho documento.
- **Capítulo 2: Estado de la cuestión.** En este capítulo se realiza un análisis de la situación actual en la que se encuentra la tecnología usada en nuestro proyecto y

hablamos de aplicaciones parecidas o relacionadas con la nuestra, mostrando en lo que se diferencian con nuestra aplicación y lo que ofrecemos con la misma.

- **Capítulo 3: Análisis y definición de requisitos.** En primer lugar, mostramos los actores y los escenarios con los que definimos los casos de uso de nuestra aplicación. A continuación, se recogen todos los requisitos necesarios para el desarrollo de la aplicación.
- **Capítulo 4: Diseño e implementación y marco regulador.** Describe el proyecto realizado, situándolo en su contexto y definiendo todos los componentes y el diseño que se ha de seguir para el desarrollo del mismo. Por último, exponemos los wireframes creados y el prototipo desarrollado para ver los cambios que se han realizado. En esta sección también encontramos el marco regulador de la legislación en la que se basa el proyecto.
- **Capítulo 5: Evaluación.** En este apartado son presentadas las pruebas efectuadas sobre la aplicación desarrollada mediante el cuestionario realizado a distintos usuarios. También exponemos los resultados del cuestionario con el fin de obtener una valoración de la aplicación en distintos aspectos.
- **Capítulo 6: Gestión del proyecto e impacto socio-económico.** En este capítulo definimos las fases que se han creado para el desarrollo del proyecto, la planificación que se ha seguido durante el mismo, el impacto socio-económico y el presupuesto necesario para su desarrollo.
- **Capítulo 7: Conclusiones.** Para finalizar, analizamos los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto y exponemos las líneas de trabajo futuras sobre las que se podría trabajar.
- **Capítulo 8: Bibliografía.**

2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En este capítulo se trata el ámbito en el cual se ha desarrollado este trabajo, por un lado, la tecnología y técnicas usadas para el mismo y, por otro lado, el estado de desarrollo en el que se encuentran estas, y otros trabajos relacionados o parecidos a este. Con el fin de obtener una visión más clara de la situación en la que nos encontramos y, a partir de aquí, comenzar a trabajar sobre nuestro proyecto.

2.1 Tecnología usada para el desarrollo del trabajo

Todo el desarrollo de este trabajo está basado en la tecnología de realidad aumentada, la cual se identifica como uno de los pilares principales. La realidad aumentada consiste en la inclusión de elementos virtuales dentro del mundo físico que nos rodea. Para el control de estos elementos se utilizan objetos físicos (tangibles) que el usuario puede manipular fácilmente. Todos estos objetos controlados con la realidad aumentada aportan información extra a los usuarios los cuales pueden utilizar y sobre la cual pueden realizar acciones.

Uno de los componentes más importantes en la realidad aumentada son los “markers”, estos son los elementos, que se encuentran en el mundo físico, sobre los cuales se genera la realidad aumentada (RA).

Esta tecnología ha aumentado en los últimos años debido a dos principales factores. Por un lado, el aumento de velocidad de procesadores a la hora de realizar el procesamiento de imágenes, dando una mayor fluidez y credibilidad. Y por otro lado el desarrollo de nuevas cámaras con mayores resoluciones en una gran cantidad de dispositivos de todo tipo (Smartphones, Ordenadores Portátiles, Webcams, etc.).

La manera utilizada para mostrar la información virtual al usuario se realiza a través de imágenes generadas en los dispositivos las cuales se superponen al mundo real, ofreciendo la sensación de que ese elemento virtual realmente se encuentra allí. Y ofreciendo el dispositivo como una ventana a un mundo totalmente nuevo, el mundo virtual.

Es por esto que se da mucha importancia, tanto a los procesadores que generan rápidamente las imágenes sobre la perspectiva de la cámara del dispositivo alrededor del usuario. Con imágenes que tienen diferentes acciones (se trasladan, rotan alrededor del usuario, cambian de aspecto). Y por la otra parte, la calidad de las cámaras que generan una sensación mucho más realista, no solo de los objetos físicos que graba, sino también de los elementos virtuales que se mezclan con estos. Con el objetivo final de crear una mezcla homogénea fusionando estos dos elementos en un mismo mundo.

Muchas personas confunden la realidad aumentada con la realidad virtual, pero estos dos términos no son lo mismo. La realidad aumentada se encuentra en un punto intermedio entre el entorno físico y el entorno virtual, mientras que la realidad virtual está directamente relacionada con el entorno virtual. Esto es debido a que el objetivo principal de la realidad virtual es crear un mundo totalmente virtual en el cual, ningún elemento del mundo real sea relevante. Es una experiencia totalmente inmersiva en la que el usuario observa nuevos objetos al igual que nuevos paisajes, todos ellos virtuales. Mientras que, en la realidad aumentada, el mundo que se muestra es el que el usuario puede observar (mundo físico) e incluso los objetos son elementos que también pertenecen a este mundo. Únicamente la información añadida sobre ellos es la que pertenece al mundo virtual.

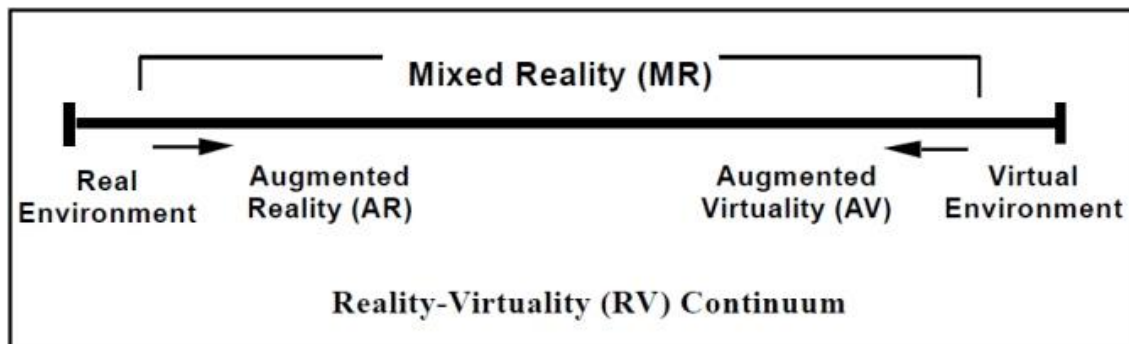


Figura 2.1 Reality-Virtuality Continuum [2]

Paul Milgram y Fumio Kishino definieron esta diferenciación entre las distintas tecnologías que se encuentran entre el entorno real y el entorno virtual, como podemos ver en la Figura 2.1 Reality-Virtuality Continuum , ofreciendo un sistema de organización en el momento en el que todas estas tecnologías empezaban a definirse [2].

Según se ha ido desarrollando esta tecnología se han creado diferentes esquemas organizativos para ubicarla en su respectivo campo de aplicación y exponer todas sus características. Cabe destacar a Carlos Prendes Espinosa el cual definió los denominados niveles de realidad aumentada [3]. Prendes Espinosa dividió la realidad aumentada en cuatro niveles distintos, según su funcionalidad:

- Nivel 0: Está relacionado con aplicaciones de realidad aumentada que interactúan con el mundo real a través de códigos de barras y códigos QR. Aplicaciones muy sencillas que ofrecen una interacción básica.
- Nivel 1: Aplicaciones de RA más avanzadas que funcionan con marcadores para generar distintas escenas de elementos 3D virtuales sobre la cámara. Más avanzadas que las anteriores de nivel 0.
- Nivel 2: Aplicaciones como las del anterior nivel 1, pero que funcionan sin marcadores. Para generar las escenas virtuales se basan en elementos como el GPS o la brújula del dispositivo para localizar las escenas y a los usuarios.
- Nivel 3: Enmarca a las aplicaciones de visión aumentada, dispositivos más sofisticados que generan imágenes muy realistas en el entorno del usuario ofreciendo una mayor credibilidad.

Para nuestro trabajo se ha usado la realidad aumentada de nivel 2, la cual no cuenta con ningún tipo de marcador físico, sino que las escenas generadas por la realidad aumentada se controlan mediante el GPS y la brújula, en nuestro caso, del dispositivo móvil.

A continuación, veremos que existen varias aplicaciones que están relacionadas con nuestro trabajo, pero no cumplen todos los requisitos necesarios para su correcto funcionamiento.

2.2 Aplicaciones parecidas

Aquí exponemos una serie de aplicaciones que se encuentran en un ámbito similar o muy cercano al de nuestro trabajo. El principal campo sería el del aprendizaje mediante RA. Aplicaciones que funcionan con realidad aumentada y que aportan nueva información al usuario con el fin de enseñarle. Vamos a analizar las principales diferencias entre este tipo de aplicaciones y el fin que buscamos con nuestro proyecto.

HP Reveal (anteriormente Aurasma)

Esta aplicación permite la creación de contenido RA que luego puede ser usado y compartido por la misma aplicación. El objetivo principal de este software es el de crear escenas de RA sobre objetos del mundo real, cuando estos objetos son identificados por la cámara del dispositivo se muestran las escenas de RA.

Esta aplicación no ofrece una gran funcionalidad, pero sirve como base para entender en que campo nos estamos moviendo. La idea principal es la de ofrecer información al usuario, pero sin ningún tipo de seguimiento en el aprendizaje de la misma. En la Figura 2.2 Ejemplo de HP Reveal, vemos un ejemplo.



Figura 2.2 Ejemplo de HP Reveal²

² Origen de Figura 2.2: <https://mdreducation.com/2018/03/23/3-ways-augmented-wows-teachers-students/>

ItCraft

Esta empresa ha creado una aplicación centrada únicamente en el ámbito de los libros. Este software es capaz de proporcionar información extra a la contenida en una serie de libros, creando distintas escenas de RA sobre estos para mejorar la experiencia del usuario. Centrada sobre todo para estudiantes, ofreciendo una manera más interactiva de adquirir conocimientos.

Como podemos ver, el campo de actuación de esta aplicación es también muy pequeño al igual que HP Reveal y con una funcionalidad muy básica, ya que el usuario interacciona con las escenas de RA de una manera muy simple. Ejemplo en la Figura 2.3 Ejemplo de ItCraft.



Figura 2.3 Ejemplo de ItCraft³

Layar

Esta aplicación es más amplia que las anteriores, porque además de ofrecer la posibilidad de crear escenas de RA, también permite una mayor interacción sobre estas. Da la opción de asignar geográficamente distintas escenas que el usuario puede encontrar en su entorno, enlazarlas con redes sociales, realizar acciones sencillas sobre las mismas, etc. Además, dispone de un sencillo creador de contenido desde el cual el usuario puede crear, editar y compartir sus escenas creadas en la aplicación. Ejemplo en la Figura 2.4 Ejemplo de Layar .

³ Origen de Figura 2.3: <https://itechcraft.com/>

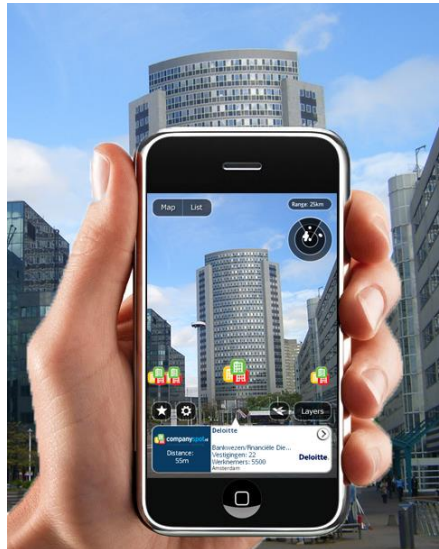


Figura 2.4 Ejemplo de Layar ⁴

Nuestro proyecto

La gran diferencia entre todas estas aplicaciones que hemos visto anteriormente y nuestro proyecto es que nosotros nos hemos centrado en un determinado objetivo y lo hemos desarrollado al máximo mientras que estas aplicaciones son mucho más genéricas. En nuestra aplicación realizamos un seguimiento más exhaustivo del aprendizaje que el usuario va obteniendo, mediante la creación de distintos cursos que se van superando.

Nuestra aplicación esta únicamente centrada en el control de emergencias que podemos encontrar en nuestro entorno, posicionando, cada una de estas, alrededor del usuario. De esta manera el usuario puede encontrarlas fácilmente e informar a los demás usuarios y organizaciones si todavía suponen un peligro para otras personas.

Otra de las diferencias entre nuestra aplicación y las descritas anteriormente es que se ha desarrollado siguiendo la técnica de aprendizaje de gamificación de la cual hablamos a continuación.

⁴ Origen de Figura 2.4: <https://universoabierto.org/2016/01/06/layar-realidad-aumentada-aplicada-a-bibliotecas/>

2.3 Técnica de gamificación

Para el desarrollo de nuestro proyecto hemos utilizado la técnica de gamificación como se explica en [1]. El proceso de gamificación consiste en la implementación de elementos de juegos para temas no relacionados con el juego, con el fin de motivar a los usuarios. La idea principal a la hora de desarrollar nuestro proyecto ha sido la de crear una interfaz atractiva para el usuario con distintas funciones que podemos encontrar en los juegos, como, por ejemplo: el uso de puntos y niveles, clasificaciones entre distintos usuarios, cursos de entrenamientos y misiones, etc. Con esto conseguimos incentivar al usuario para que utilice nuestra aplicación con un fin totalmente diferente al de un juego, pero siguiendo el mismo esquema.

En nuestro proyecto, hemos adaptado la aplicación de control de emergencias leves en zonas cercanas a los usuarios con la temática de un juego. Como podemos ver, el tema principal de la aplicación no está directamente relacionado con un juego, pero al realizar la gamificación sobre esta crea una atracción sobre los usuarios. Esta técnica es utilizada sobre los usuarios para mantener su atención sobre un tema determinado. En nuestro proyecto nos hemos centrado en la creación de los cursos de captación de emergencias [4] que los usuarios deben completar con el fin de ir sumando puntos y subir de nivel.

La gamificación es muy usada en sectores de la educación con el fin de enseñar algo al usuario de una forma sencilla y amena para el mismo. Como podemos ver en [1] la utilización de una plataforma gamificada aumenta la participación de los usuarios, así como su colaboración, su compromiso y su eficacia en la misma, obteniendo así unos mejores resultados que se pueden observar en el experimento del artículo mencionado anteriormente.

Como podemos ver en [1] y según la teoría de autodeterminación [5], representada en la Figura 2.5 Teoría de auto-determinación, los seres humanos se mueven por tres principios básicos que son los siguientes: competencia, relación y autonomía. Como podemos ver, todos estos son aplicados en nuestro proyecto de una u otra forma, al igual que se aplican sobre la plataforma iWarn sobre la cual funcionará nuestra aplicación, esto último podemos verlo en [1].



Figura 2.5 Teoría de auto-determinación ⁵

La competencia se crea mediante la división de distintos cursos por dificultad y por niveles, sumando puntos al usuario cada vez que este los complete correctamente. Si se producen errores a la hora de completar el curso, los puntos serán menores para el usuario. Con esto creamos la competencia entre los distintos usuarios que utilicen la aplicación.

La relación es creada mediante la interacción con otros usuarios y también con la localización de cada uno de los cursos. Al tener localizado cada uno de los cursos en una posición geográfica se fomenta la relación entre los distintos usuarios.

Por último, la autonomía, se puede ver en la creación de distintos cursos por parte de los usuarios, ya que se les ofrece esta posibilidad. La autonomía también se observa en el momento en el que los usuarios superan los distintos cursos por sí mismos.

Por lo tanto, podemos observar que el fin de la técnica de gamificación en nuestro proyecto es el de animar a los usuarios y fomentar su participación en la gestión de emergencias de una manera activa y rápida para obtener la información necesaria de cara a las organizaciones que gestionan estos problemas. Este aumento de la participación ciudadana en este campo lo podemos observar más detalladamente en [6]. En este artículo podemos ver la idea de usar a los usuarios como sensores para identificar los distintos peligros, con la posibilidad de informar directamente con la aplicación y con el incentivo de los puntos que pueden llegar a conseguir.

⁵ Origen de Figura 2.5: https://en.wikipedia.org/wiki/Self-determination_theory

3. ANÁLISIS

Una vez analizado el estado del arte vamos a realizar el análisis de la aplicación, para este proceso, en primer lugar, tenemos que estudiar los usuarios que van a utilizar la aplicación, después se crean una serie de escenarios para obtener los casos de uso y se propondrá una solución que afecta a estos escenarios. Por último, se definen los requisitos utilizados para crear la aplicación, tanto los funcionales como los no funcionales.

3.1 Metodología

Mediante los requisitos obtenemos la funcionalidad que va a tener la aplicación desarrollada para, de esta manera, obtener una visión general de las capacidades de las que esta dispone. Estos requisitos además describen las limitaciones a las cuales está sujeta nuestra aplicación. Para el correcto desarrollo de estos requisitos hemos utilizado un enfoque basado en escenarios [7]. Este enfoque se centra en localizar una serie de escenarios que están directamente relacionados con los casos de uso del proyecto. Para cada uno de los escenarios se buscan una serie de actores de los cuales se describen sus características para observar cómo actúan. Cada uno de estos escenarios muestra una situación en la que los usuarios muestran problemas respecto a un tema específico. A partir de estos escenarios se realizará un análisis para obtener una posible solución y por ultimo estudiaremos como estos escenarios han evolucionado tomando como base la solución propuesta.

A partir de estos escenarios se generan los requisitos necesarios para desarrollar la aplicación, basándonos en la experiencia del usuario.

Un requisito de software (RS) es una acción o característica que la aplicación debe cumplir para su correcto funcionamiento. El enfoque basado en escenarios divide los requisitos en las siguientes categorías:

- Requisitos funcionales: Son aquellos que definen el funcionamiento de la aplicación, mostrando todas sus características de una manera ordenada.
- Requisitos de datos: Relacionados con los datos tratados en la aplicación y la forma en la que estos son almacenados en la misma.
- Requisitos de entorno: Son aquellos que definen el dominio que tiene la aplicación con su ambiente, necesarios para su correcto funcionamiento sin perder ninguna funcionalidad. Los recursos tecnológicos necesarios para que la aplicación funcione correctamente.
- Requisitos de usuario: Todos los requisitos que los perfiles y las restricciones de los usuarios que usaran la aplicación.

- Requisitos de usabilidad: Definen las características que los usuarios esperan de la aplicación, de cara a su uso.

Todos los requisitos, además, llevarán asociados un campo de identificación para identificarlos de una manera más sencilla. A continuación, mostramos cada uno de los campos con los que estarán formados todos los requisitos descritos:

Identificador: Campo que identifica al requisito de manera inequívoca con respecto a todos los demás requisitos. De la forma RS-YXX, explicada más en detalle a continuación:

RS: Requisito de Software.

Y: Tipo de requisito (Ejemplo a continuación)

XX: Numero para identificar a los requisitos que pertenecen a una misma categoría.

Teniendo estas características, a continuación, mostramos todos los requisitos posibles para cada una de las distintas categorías:

RS-FXX: Hace referencia a un requisito funcional. Ej. RS-F03.

RS-DXX: Hace referencia a los requisitos de datos. Ej. RS-D01.

RS-EXX: Hace referencia a los requisitos de entorno. Ej. RS-E02.

RS-UXX: Hace referencia a los requisitos de usuario. Ej. RS-U05.

RS-SXX: Hace referencia a los requisitos de usabilidad. Ej. RS-S04.

Título: Título descriptivo del requisito a mostrar.

Prioridad: Indica la importancia del requisito. Este valor puede variar entre: Baja, Media o Alta.

- Alta: El requisito es muy importante y su incumplimiento significará el fallo de la aplicación.
- Media: El requisito es necesario para la funcionalidad óptima de la aplicación.
- Baja: El requisito es opcional, la aplicación puede funcionar sin cumplirlo.

Descripción: Descripción concisa del requisito en la cual se indica la funcionalidad o característica que cumple u ofrece la aplicación.

Estabilidad: Indica si el requisito es estático o si puede ser modificado en el futuro.

Razón: Relaciona el requisito formal con los escenarios descritos sobre los que se desarrollan los casos de uso.

Una vez descritos todos los campos para cada uno de los requisitos mostramos la Tabla 3.1 Tabla modelo de requisito, que es un modelo de cómo se muestran estos requisitos:

RS-YXX			
Título	Título del requisito		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	Descripción del requisito de manera concisa para entenderlo fácilmente.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Razón por la que se ha creado el requisito. Relacionado con los escenarios descritos [3.2].		

Tabla 3.1 Tabla modelo de requisito

3.2 Actores

Para este proyecto se han definido dos actores los cuales identificamos a continuación:

	
Juan Profesor de filosofía	Adolfo Bombero
Juan es un profesor de filosofía de secundaria de 30 años. Juan habla perfectamente el español y tiene un nivel básico de inglés con el que puede defenderse en distintas situaciones. No cuenta con habilidades técnicas avanzadas, la única herramienta tecnológica que utiliza a diario es su teléfono móvil, en el cual tiene instaladas aplicaciones básicas que no requieren un alto nivel de aprendizaje. Es una persona muy concienciada con la seguridad en su ciudad ya que unos años atrás tuvo un accidente importante del cual ya está recuperado. Utiliza esta experiencia en su trabajo para concienciar a sus alumnos de lo importante que es la seguridad y los perjuicios que puede suponer no disponer de ella.	Adolfo residente en Galicia, tiene 45 años y pertenece a la APTB (Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos), con más de 20 años de experiencia en este campo. En su trabajo se encarga de organizar grandes grupos de personas para conseguir evitar el mayor número de incendios o en el peor de los casos, sofocarlos de la manera más rápida posible. No dispone de grandes conocimientos tecnológicos a excepción de su dispositivo móvil que lleva a todos lados para informar a sus compañeros y poder comunicarse rápidamente. Adolfo únicamente habla español y no cuenta con demasiado tiempo libre debido a su trabajo, un trabajo en el que tiene que estar activo y alerta durante todo el tiempo para reaccionar lo más rápido posible.

Tabla 3.2 Tabla de actores

3.3 Escenarios

Para realizar correctamente la búsqueda y definición de requisitos se proponen los siguientes escenarios en los cuales se observan problemas a resolver de los actores mencionados anteriormente. A partir de estos escenarios se busca obtener los casos de uso necesarios para el diseño de la aplicación. Para este proyecto se han desarrollado dos escenarios que exponemos a continuación:

3.3.1 Mejora de la seguridad vial

Juan está preocupado por la seguridad vial de la ciudad en la que vive, debido a la gran cantidad de accidentes que se han dado en la zona, no conoce los métodos necesarios para hacer que este problema disminuya debido al escaso número de asociaciones preocupadas por este tema, la poca información que tiene respecto a la seguridad vial y la gran cantidad de esfuerzo que requiere buscar una solución a este problema. Está dispuesto a ofrecer parte de su tiempo para remediar o evitar esta clase de conflictos con el fin de mejorar la seguridad de su ciudad. Busca algún método con el cual, estos accidentes, puedan disminuir y, si es posible, utilizarlo de ejemplo para sus clases con el fin de obtener también la ayuda de sus alumnos. No está interesado en crear una asociación para esta clase de problemas ya que no dispone de los medios necesarios.

3.3.2 Control de incendios

Adolfo busca una solución para controlar de una manera más rápida y exhaustiva la gran cantidad de incendios que se dan en su región sobre todo en los meses de verano. Dado que el número de trabajadores en su empresa es reducido, sobre todo para el trabajo que se requiere en verano, se centra en buscar la colaboración de los vecinos de las distintas zonas de Galicia, para aumentar el rendimiento de su trabajo y prevenir el mayor número de incendios posibles, o en el peor de los casos ofrecer unas nociones básicas para la detección de incendios. Su idea es la de incentivar de alguna manera a todos aquellos que colaboren con este problema ya que, este tema, es obviado muchas veces por la población de su zona. Dado que no dispone de mucho tiempo, su objetivo es aún más complicado a la hora de ponerlo en práctica.

3.4 Solución propuesta

Para solventar los problemas dispuestos en los anteriores escenarios se ha decidido desarrollar este proyecto con el fin de ser usado como una herramienta a la hora de localizar distintos problemas de la manera más rápida posible y ofreciendo un aprendizaje al usuario en forma de ejercicio. Para la búsqueda de la solución hemos realizado un análisis basado en los escenarios definidos anteriormente [3.3] para, de esta manera, obtener los requisitos necesarios para la aplicación, los cuales veremos más adelante [3.6].

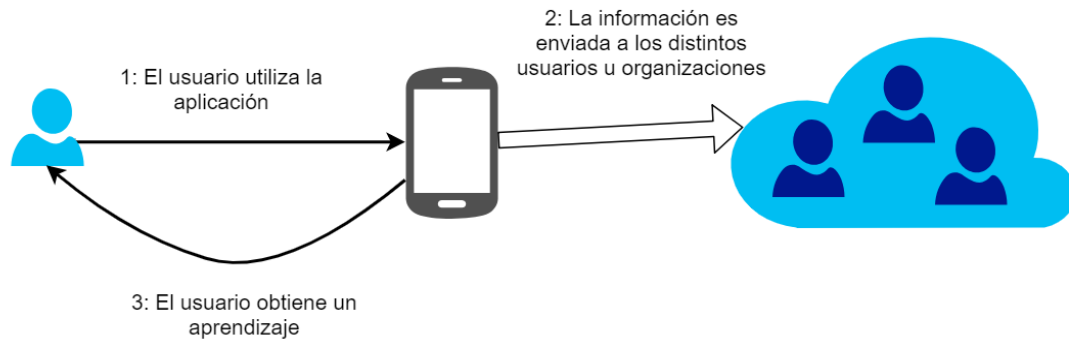


Figura 3.1 Esquema solución propuesta

3.5 Evolución de los escenarios

A continuación, vamos a analizar los escenarios descritos anteriormente, pero ahora con la solución propuesta aplicada sobre ellos, para observar cómo hemos tratado el problema descrito.

3.5.1 Mejora de seguridad vial

Gracias a nuestra aplicación, Juan va a poder realizar distintos cursos con el fin de identificar escenas de peligro en su ciudad y así evitar futuros accidentes. La aplicación se desarrollará con una UI muy sencilla e intuitiva para el usuario dado el nivel de conocimiento que puede tener. Juan podrá contribuir a mejorar la seguridad de su ciudad sin necesidad de gastar demasiados recursos y todo desde su dispositivo móvil ofreciendo al usuario una mayor comodidad y una mejor experiencia.

3.5.2 Control de incendios

Nuestra aplicación ofrece a Adolfo la posibilidad de crear distintos cursos para localizar y evitar los distintos incendios de su región. De esta manera los habitantes de su zona podrán practicar con los distintos cursos creados por Adolfo y, por cada uno de ellos, obtener una recompensa como incentivo para seguir realizando más cursos. Desde este punto de vista, muchos de los vecinos de Adolfo se convertirán en sus ojos para localizar zonas de peligro y de esta manera poder actuar más rápido y realizar un trabajo más eficiente.

3.6 Requisitos

A continuación, exponemos todos los requisitos necesarios para el desarrollo de la aplicación. Divididos en sus distintos tipos explicados anteriormente [3.1].

3.6.1 Requisitos funcionales

RS-F01			
Título	Seleccionar escenas dentro del rango		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación únicamente seleccionará las escenas que se encuentren dentro del rango especificado para poder mostrarlas.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático	<input checked="" type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A: Identificar los puntos de peligro en las distintas zonas de la ciudad.		

Tabla 3.3 Tabla de requisito RS-F01.

RS-F02			
Título	Obtener valor brújula		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Obtiene el valor de la brújula (compass) del dispositivo.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: Hacer la aplicación más intuitiva para el usuario.		

Tabla 3.4 Tabla de requisito RS-F02.

RS-F03			
Título	Obtener valor GPS		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Obtiene el valor del GPS del dispositivo, estos valores son dos. Un valor que indica la latitud y otro que indica la longitud.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático	<input type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A y B: Hacer la aplicación más intuitiva para el usuario.		

Tabla 3.5 Tabla de requisito RS-F03.

RS-F04			
Título	Mostrar notificaciones		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	Se muestran notificaciones de todas las acciones que realiza el usuario para mantenerle informado. Se muestra una barra inferior con la información necesaria, esta aparece cuando el usuario realiza alguna acción.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático	<input checked="" type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A y B: Adaptarse a todos los tipos de usuarios e informar de los avances que se realizan y de los problemas.		

Tabla 3.6 Tabla de requisito RS-F04.

RS-F05			
Título	Finalizar curso		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Al completar un curso, se muestra un botón que da la posibilidad de finalizar el curso.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: Terminar el curso y añadir los puntos conseguidos al usuario para ir subiendo de nivel y tener una mayor reputación.		

Tabla 3.7 Tabla de requisito RS-F05

RS-F06			
Título	Abortar curso		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	Se muestra un botón que ofrece al usuario la opción de abortar y salir del curso que se está ejecutando.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: Dar la posibilidad de seguir con el curso en otro momento.		

Tabla 3.8 Tabla de requisito RS-F06

RS-F07			
Título	Mostrar escenas		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Las escenas se mostrarán superpuestas sobre la cámara del móvil, colocadas correctamente utilizando para ello los requisitos RS-F02 y RS-F03.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: Ofrecer a los usuarios una manera sencilla de observar las distintas escenas. Fácil e intuitivo para distintos tipos de persona.		

Tabla 3.9 Tabla de requisito RS-F07.

RS-F08			
Título	Seleccionar escenas		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	<p>Las escenas pueden ser seleccionadas para realizar distintas acciones sobre ellas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si se ejecuta en un dispositivo móvil la selección de escenas se realizará mediante la entrada táctil. • Si se ejecutar en un ordenador la selección de escenas se realizará mediante el ratón. 		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: Ofrecer a los usuarios una manera sencilla de seleccionar las escenas. De una manera fácil e intuitiva.		

Tabla 3.10 Tabla de requisito RS-F08

RS-F09			
Título	Desplazar escenas		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	<p>Las escenas generadas se desplazarán dependiendo de la posición del usuario, obteniendo el valor del requisito RS-F02.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si la aplicación se ejecuta en un dispositivo móvil, las escenas se desplazarán automáticamente obteniendo el valor de la brújula. • Si la aplicación se ejecuta en un ordenador, las escenas las desplazara el usuario realizando un movimiento <i>drag</i> del ratón sobre la imagen mostrada de la cámara en el dispositivo. 		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático		<input checked="" type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: Dar un mayor realismo a la aplicación para localizar las escenas con el menor esfuerzo posible e identificarlas alrededor de la zona seleccionada.		

Tabla 3.11 Tabla de requisito RS-F09.

RS-F10			
Título	Mostrar imagen de escena		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Dependiendo del tipo de escena que queramos generar, la aplicación mostrará esta con su imagen correspondiente.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático	<input checked="" type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A y B: Mostrar los distintos tipos de escena para que el usuario pueda identificarlas a simple vista.		

Tabla 3.12 Tabla de requisito RS-F10.

RS-F11			
Título	Crear nuevo curso		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación da la opción de crear un curso rellenando todos los parámetros necesarios paso a paso. Estos parámetros son: Titulo, descripción, recompensa, número de escenas, fecha de inicio, fecha de fin, localización e instrucciones.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario B: Con esto permitimos al usuario crear un curso en la aplicación para que pueda ser usado por otros.		

Tabla 3.13 Tabla de requisito RS-F11.

RS-F12			
Título	Crear nueva escena en un curso		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Se permite crear un número ilimitado de escenas para un curso predeterminado. Compuesto por los parámetros: Latitud, longitud, escena valida y clase.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario B: Con esto permitimos al usuario crear las escenas necesarias para el curso que está diseñando.		

Tabla 3.14 Tabla de requisito RS-F12.

RS-F13			
Título	Comprobación campos del curso		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	Se comprueban que todos los campos son correctos antes de generar un curso en la aplicación.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario B: Dar una funcionalidad completa al curso que está creando el usuario y evitar problemas.		

Tabla 3.15 Tabla de requisito RS-F13.

RS-F14			
Título	Comprobación campos de las escenas		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	Se comprueban que todos los campos de las escenas son correctos antes de añadirla al curso.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario B: Dar una funcionalidad completa a las escenas que va a crear el usuario.		

Tabla 3.16 Tabla de requisito RS-F14.

RS-F15			
Título	Actualizar puntos usuario		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Cada vez que el usuario finalice un curso, se actualizarán los puntos que el usuario tenía y se sumaran los que haya conseguido en el curso terminado. En el caso en el que el usuario no aborte el curso o no haya conseguido ningún punto no se llevará a cabo este requisito.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático		<input checked="" type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: El usuario consigue puntos según va completando correctamente los cursos.		

Tabla 3.17 Tabla de requisito RS-F15.

RS-F16			
Título	Obtener escenas de un curso		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación accede a la base de datos y realiza una consulta para obtener todas las escenas de un determinado curso.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: Mostrar de manera sencilla al usuario todas las escenas de un curso.		

Tabla 3.18 Tabla de requisito RS-F16.

RS-F17			
Título	Obtener puntos del usuario en un curso		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Cada vez que el usuario inicie un curso, la aplicación accederá a la BBDD y obtendrá los puntos que el usuario ha conseguido para ese curso.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: El usuario podrá obtener su recompensa correcta según lo cursos que complete.		

Tabla 3.19 Tabla de requisito RS-F17.

RS-F18			
Título	Mostrar curso en mapa		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación mostrara la ubicación de un curso en un mapa, bajo la plataforma Google Maps API.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: Mostrar ubicación de los cursos dentro de un mapa.		

Tabla 3.20 Tabla de requisito RS-F18.

3.6.2 Requisitos de datos

RS-D01			
Título	Datos del usuario		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación almacenará los datos del usuario en la BBDD del servidor para validarse en la aplicación, estos datos son: correo electrónico, nombre completo, nombre de usuario y teléfono.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: El usuario iniciará sesión cada vez que utilice la aplicación con el fin de proteger sus datos.		

Tabla 3.21 Tabla de requisito RS-D01.

RS-D02			
Título	Datos de aplicación		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación almacenará los datos de la aplicación relacionados con un usuario. Estos datos son: puntos, nivel, cursos, escenas y equipos.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: Los datos del usuario en la aplicación permanecen almacenados hasta que el usuario la utilice.		

Tabla 3.22 Tabla de requisito RS-D02.

RS-D03			
Título	Datos de geolocalización		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación tomará los datos de geolocalización del sensor del dispositivo móvil.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: Posicionar al usuario en el mapa para localizar los distintos puntos de interés.		

Tabla 3.23 Tabla de requisito RS-D03.

RS-D04			
Título	Datos de la brújula		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación tomará los datos de la brújula del dispositivo móvil.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A: Colocar correctamente las escenas alrededor del usuario.		

Tabla 3.24 Tabla de requisito RS-D04.

3.6.3 Requisitos de entorno

RS-E01			
Título	Uso en el exterior		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación ha de usarse en un espacio abierto de exterior para obtener completamente todas sus funcionalidades.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático	<input checked="" type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A y B: Los cursos se desarrollarán sobre una zona determinada del mapa.		

Tabla 3.25 Tabla de requisito RS-E01.

RS-E02			
Título	Uso con luz variable		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación puede funcionar con luz variable para visualizar las escenas en la cámara del dispositivo.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático	<input checked="" type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A y B: Los cursos se desarrollarán sobre zonas visibles para que el usuario puede encontrar los puntos.		

Tabla 3.26 Tabla de requisito RS-E02.

RS-E03			
Título	Cámara frontal del dispositivo móvil		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	El dispositivo ha de contar con una cámara para que la aplicación funcione correctamente		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: Mostrar las escenas a través de la pantalla del dispositivo.		

Tabla 3.27 Tabla de requisito RS-E03.

RS-E04			
Título	Geolocalización del dispositivo móvil		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Es necesario que el dispositivo cuente con geolocalización para obtener correctamente las escenas y colocarlas alrededor del usuario.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: Colocar correctamente las escenas alrededor del usuario		

Tabla 3.28 Tabla de requisito RS-E04.

RS-E05			
Título	Brújula del dispositivo móvil		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	Es necesario que el dispositivo cuente con un sensor brújula para colocar correctamente las escenas.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: Colocar correctamente las escenas alrededor del usuario		

Tabla 3.29 Tabla de requisito RS-E05.

RS-E06			
Título	Dispositivo móvil		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación funcionará sobre dispositivos móviles con sistemas Android o iOS.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: Utilizar la aplicación desde el dispositivo móvil de una manera cómoda.		

Tabla 3.30 Tabla de requisito RS-E06.

3.6.4 Requisitos de usuario

RS-U01			
Título	Usuarios mayores de edad		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	Los usuarios han de tener más de 18 años para poder usar la aplicación.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático		<input checked="" type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: Los usuarios han de ser mayores de edad debido a que ofrecen sus datos personales y colaboran con organizaciones.		

Tabla 3.31 Tabla de requisito RS-U01.

RS-U02			
Título	Usuarios menores de 65 años		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	Los usuarios tendrán menos de 65 años para poder usar la aplicación correctamente.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático	<input checked="" type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A y B: Los usuarios serán menores de 65 años para poder utilizar la aplicación.		

Tabla 3.32 Tabla de requisito RS-U02.

RS-U03			
Título	Conocimientos básicos tecnológicos		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	Los usuarios necesitan tener conocimientos básicos tecnológicos para poder utilizar la aplicación.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático	<input checked="" type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A y B: Los usuarios que utilizaran la aplicación necesitan unos conocimientos básicos tecnológicos para acceder a todas sus funciones.		

Tabla 3.33 Tabla de requisito RS-U03.

RS-U04			
Título	Idioma español		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	Los usuarios deben comprender el idioma español para utilizar la aplicación.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático	<input checked="" type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A y B: La aplicación se desarrollará en español.		

Tabla 3.34 Tabla de requisito RS-U04.

3.6.5 Requisitos de usabilidad

RS-S01			
Título	Aplicación sencilla.		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación ha de ser fácil de utilizar y su uso requerirá poco esfuerzo.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: La aplicación será fácil de usar para el usuario.		

Tabla 3.35 Tabla de requisito RS-S01.

RS-S02			
Título	Aplicación intuitiva.		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación estará relacionada con objetos del mundo real para que el usuario no necesite realizar un aprendizaje.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: La usabilidad de la aplicación está relacionada con elementos del mundo real. Su utilización es innata.		

Tabla 3.36 Tabla de requisito RS-S02.

RS-S03			
Título	Interfaz eficiente y efectiva		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La interfaz de la aplicación informara a los usuarios de los posibles errores, al igual que de su correcto funcionamiento.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: Mostrar mensajes de error o de acierto en la aplicación.		

Tabla 3.37 Tabla de requisito RS-S03.

RS-S04			
Título	Disponibilidad		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input checked="" type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación estará disponible, como mínimo, el 95% de su tiempo de uso.		
Estabilidad	<input type="checkbox"/> Estático	<input checked="" type="checkbox"/> Variable	
Razón	Escenario A y B: Gran disponibilidad de la aplicación para la comodidad de los usuarios.		

Tabla 3.38 Tabla de requisito RS-S04.

RS-S05			
Título	Aplicación atractiva		
Prioridad	<input type="checkbox"/> Baja	<input type="checkbox"/> Media	<input checked="" type="checkbox"/> Alta
Descripción	La aplicación tiene que ser atractiva para el usuario con el fin de aumentar su disfrute.		
Estabilidad	<input checked="" type="checkbox"/> Estático		<input type="checkbox"/> Variable
Razón	Escenario A y B: La aplicación ha de atraer al usuario.		

Tabla 3.39 Tabla de requisito RS-S05.

4. DISEÑO

Una vez que hemos desarrollado los requisitos y toda la parte de análisis podemos comenzar con el diseño de nuestro proyecto. En primer lugar, hablaremos del contexto sobre el cual se desarrolla nuestro proyecto. Tras esto, hablamos de la arquitectura de software que hemos escogido para desarrollar correctamente el proyecto y cumplir todos los requisitos que hemos definido, expondremos todos los componentes a desarrollar y las técnicas que usaremos. Y, por último, expondremos los *Wireframes* de la aplicación que se va a crear con una breve explicación de cada uno de ellos para entender el funcionamiento completo de nuestro proyecto. Estos Wireframes los comparamos con el prototipo creado para ver las diferencias que han surgido.

4.1 Contexto del sistema

Antes de comenzar con el diseño del proyecto es necesario obtener una visión genérica de todo el sistema a desarrollar para definir los principales parámetros sobre los cuales se realizará todo el trabajo.

Hemos de recordar que nuestra experiencia se va a desarrollar sobre la aplicación de gamificación iWarn [1] sobre la cual funcionará, por lo tanto, en algunas partes del diseño de la aplicación nos hemos adaptado a la infraestructura de la que ya disponíamos.

Dicho esto, el primer paso es obtener todos los requisitos definidos en el capítulo anterior como premisas las cuales tiene que cumplir nuestro trabajo. Nuestra aplicación debe funcionar sobre dispositivos móviles donde los usuarios pueden, entre otras muchas opciones, crear y realizar cursos, con datos persistentes que deben ser almacenados para distintas sesiones. La aplicación debe acceder a los distintos componentes del móvil para obtener información de sus sensores y utilizar estos valores sobre la aplicación.

Se han utilizado los SDK Ionic [8] y Cordova [9] para el desarrollo de la aplicación y la creación de la interfaz de usuario que veremos más adelante con los Wireframes. Estos dos SDK trabajan sobre Node.js [10] con el lenguaje de programación JavaScript el cual hemos usado para crear los controladores necesarios y dar funcionalidad a la aplicación, en lo relacionado con la interfaz de la aplicación es creada mediante archivos HTML cada uno de ellos enlazados con su correspondiente hoja de estilos (CSS).

El gran potencial que ofrece tanto Ionic como Cordova es que permiten crear la aplicación para un sistema genérico y, una vez finalizada, puede ser exportada a distintos entornos completamente distintos sin necesidad de realizar ningún cambio. De esta manera, la aplicación únicamente ha de ser programada una vez y después será distribuida para los distintos sistemas operativos que deseemos. En el caso de realizar

modificaciones o actualizaciones sobre la aplicación, se realizarán sobre el proyecto de Ionic/Cordova y una vez realizado el cambio se exportará a cualquier sistema que se desee. Como podemos observar, de esta manera, nos permite una gran adaptación de la aplicación a los distintos dispositivos móviles sobre los cuales se usará y una manera rápida de generar actualizaciones de la misma.

La elección de Ionic/Cordoba también fue la idónea si observamos los distintos componentes que pueden usar de los distintos sistemas operativos de dispositivos móviles de una manera sencilla para obtener sus valores y utilizarlos en tiempo real. Esto se puede observar en la Tabla 4.1 Compatibilidad de sensores con Cordova, en la que se disponen los distintos sistemas móviles y los sensores que son compatibles con Cordova.

Funcionalidad	Android ²³	iPhone / iPhone 3G	iPhone 3GS o más nuevo	Bada	BlackBerry 10 y PlayBook OS	BlackBerry OS 4.6–4.7	BlackBerry OS 5.0-6.0+	Firefox OS	Symbian	Tizen	webOS	Ubuntu Touch	Windows Phone
Acelerómetro	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	—	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Cámara	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	—	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Brújula	✓ Sí	—	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	—	—	✓ Sí	—	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Contactos	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	—	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	—	—	✓ Sí
Archivos	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	—	✓ Sí	—	✓ Sí	—	—	✓ Sí	—	✓ Sí	✓ Sí
Geolocalización	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Media	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	—	✓ Sí	—	—	—	—	✓ Sí	—	✓ Sí	✓ Sí
Red	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Notificaciones (alertas, sonido, vibración)	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí
Almacenamiento	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	—	✓ Sí	—	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí	✓ Sí

Tabla 4.1 Compatibilidad de sensores con Cordova⁶

Como podemos deducir de la tabla, la mayoría de los sensores que utilizan los móviles son compatibles con Cordova. Es cierto que, para alguno de los sistemas operativos móviles, puede existir algún tipo de incompatibilidad, para solucionar esto, decidimos analizar los sistemas móviles más usados por los usuarios como se puede ver en la Figura 4.1 Usuarios en distintos Sistemas Operativos de Móviles.

⁶ Origen de Tabla 4.1: https://es.wikipedia.org/wiki/Apache_Cordova

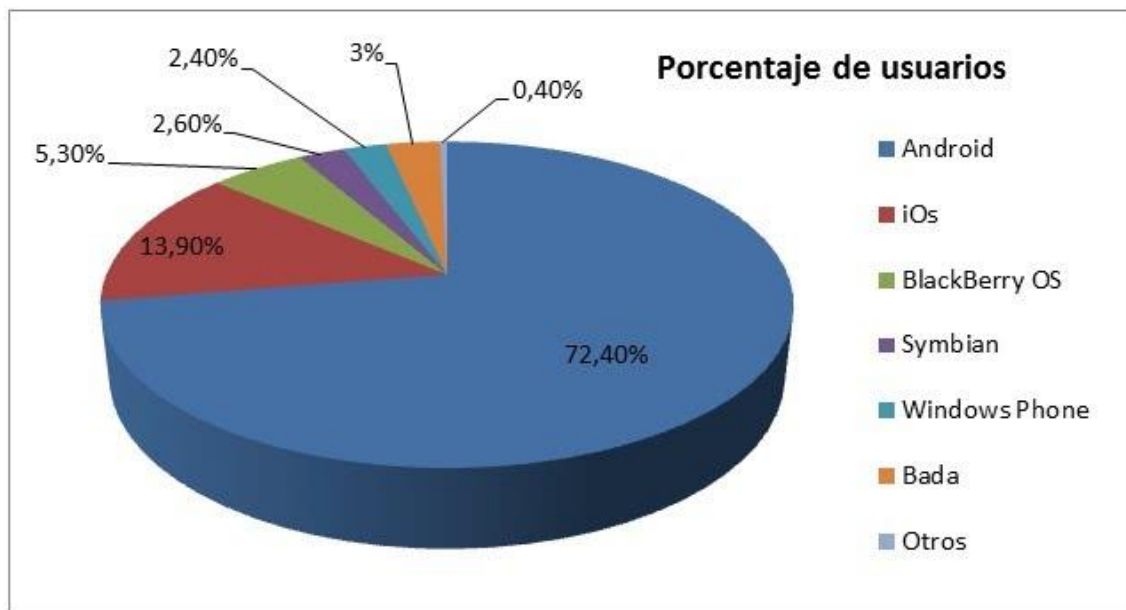


Figura 4.1 Usuarios en distintos Sistemas Operativos de Móviles.⁷

Como podemos observar en la gráfica la suma de los usuarios que usan sistemas Android y iOS alcanza el 86,3% de los usuarios totales. Decidimos centrarnos en este sector de los usuarios, ya que estos dos sistemas, Android e iOS, son completamente compatibles con Cordova como hemos visto antes en la Tabla 4.1 Compatibilidad de sensores con Cordova.

Cada una de las distintas secciones de la aplicación contará con sus distintos ficheros HTML sobre los que se desarrollará la interfaz. Cada uno de ellos contará con, al menos, un CSS independiente, únicamente para diseñar los elementos que aparecen en el HTML y, opcionalmente, con otros CSS genéricos que definen el diseño de elementos que pueden aparecer en distintas localizaciones. Por último, cada una de estas secciones tendrá los distintos controladores JavaScript encargados de dar toda la funcionalidad a la aplicación y comprobar que todo se ejecuta correctamente.

La aplicación también cuenta con un servidor para realizar la persistencia de los datos de los usuarios, las peticiones necesarias para contactar con este se realizan desde los distintos controladores JavaScript, este punto lo tratamos más a fondo en el capítulo 4.4.

Por lo tanto, el flujo de uso de la aplicación es el siguiente. Los usuarios accederán a la aplicación para crear o realizar sus distintos cursos. Y la aplicación será la encargada de hacer de intermediario entre los usuarios y el servidor para obtener y almacenar todos los datos necesarios, mostrando toda la información necesaria al usuario mediante su interfaz. Este proceso se puede observar en la Figura 4.2 Contexto de la aplicación.

⁷ Origen de Figura 4.1: <https://sites.google.com/site/wikiinacapnetworking/home/tipos-de-so/sistemas-operativos-moviles-mas-utilizados>

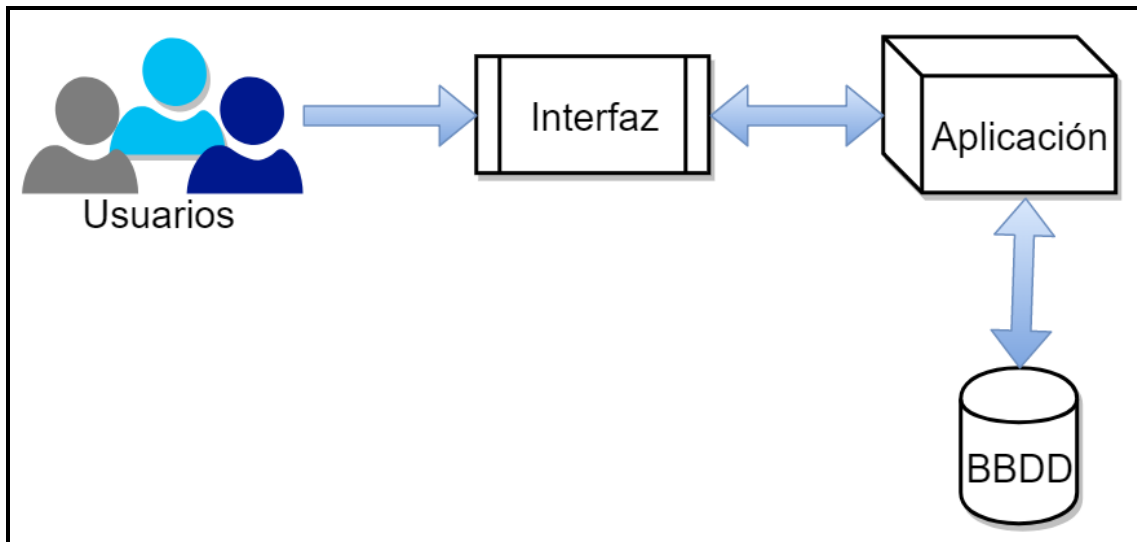


Figura 4.2 Contexto de la aplicación

En este proyecto se desarrolla el funcionamiento completo de la aplicación que será adaptada al entorno de gamificación iWarn para añadir nuevas funcionalidades y una nueva experiencia al usuario. También desarrolla la base de datos sobre la cual se realizan las distintas consultas.

4.1.1 Alternativas de diseño

A continuación, exponemos una serie de aplicaciones que se encuentran en un ámbito similar o muy cercano al de nuestro trabajo. Vamos a analizar cada una de estas aplicaciones para ver los beneficios y los contratiempos que podrían suponer para el desarrollo de este trabajo.

Para la búsqueda de estas aplicaciones nos hemos centrados en otros proyectos que funcionan con RA, como punto de partida. Por otro lado, hemos buscado aquellos que utilizan algún sistema de geolocalización para controlar la RA (RA de nivel 2) y los hemos analizado.

El primer paso a la hora de desarrollar este proyecto era buscar un SDK que cumpliera todas las características deseadas para crear la aplicación. Este es uno de los pasos más importantes ya que será el software sobre el cual se desarrollará todo el software, por lo que tiene que ofrecer una gran adaptabilidad y rendimiento para que todo funcione correctamente.

Lo primero fue buscar si existía algún SDK que proporcionase servicios de RA y fuese compatible con geolocalización. La primera opción fue Wikitude.

Wikitude



Wikitude [11] es un SDK muy completo que dispone de una gran cantidad de módulos que se pueden utilizar para el desarrollo de la aplicación. RA con geolocalización para dispositivos móviles, reconocimiento facial, reconocimiento y seguimiento de objetos, entre otros. Una gran compatibilidad con software para crear aplicaciones móviles.

Un candidato perfecto sobre el cual realizar el trabajo, pero tiene algunos inconvenientes. El primero de ellos es que su código no es libre, por lo tanto, no podemos tener un control total de la aplicación, en el caso de precisar una modificación importante para adaptar el software no sería posible. Una de las características de la aplicación que se ha realizado es que esta es de código abierto y con este SDK no es posible. Y el otro inconveniente, aún más importante es que este SDK es de pago (casi 3000€ anuales), y su uso supondría una inversión mayor de la estimada como veremos más adelante [6.4].

Por lo tanto, tuvimos que descartar esta posibilidad y buscar otra opción. Tras desechar Wikitude, decidimos analizar Vuforia.

Vuforia



Vuforia [12] es otro SDK con grandes herramientas muy utilizado para el desarrollo de aplicación móviles de RA. Compatible con diversos entornos de programación de dispositivos móviles como Unity, Android SDK, UWP y iOS SDK lo que hace mucho más fácil extender la aplicación.

Cuenta con grandes utilidades como reconocimiento de targets (markers), reconocimiento de objetos simples y complejos, reconocimiento de texto, etc. Pero aquí encontramos uno de los principales inconvenientes de este SDK, no tiene servicios de geolocalización GPS, y dado que esta es una de las principales características de nuestro trabajo, tendría que desarrollarse a parte del uso de este SDK. Hay que añadir también que este software no es compatible con frameworks Cordova, Ionic, angularJS, etc. Todos ellos basados en JavaScript que es el lenguaje en el que se ha decidido desarrollar la aplicación.

Vuforia no es una aplicación de código abierto, por lo que genera el mismo problema que el SDK anterior, y es de pago, aunque tiene un menor precio que Wikitude (más de 1200€ anuales).

Teniendo en cuenta que habría que desarrollar el módulo de geolocalización GPS y que este SDK es de pago no es conveniente usar este software.

Tras esto, decidimos ahondar un poco más y buscar software que fuese de código libre y no de pago.

Argon.js



Argon.js [13] es un framework desarrollado complemente en JavaScript, de código libre, compatible con cualquier tipo de navegador y con dispositivos móviles. Este software se centra principalmente en el desarrollo de aplicaciones web, ya que proporciona pocas herramientas para dispositivos móviles. Argon.js se desarrolló usando el SDK de Vuforia del cual hemos hablado anteriormente. Utiliza la biblioteca three.js para la generación de imágenes en 3D.

Parece un candidato viable para el desarrollo de nuestro trabajo, ya que cumple con todos los requisitos necesarios. Aunque es cierto que podemos encontrar pocas funcionalidades en la parte del desarrollo de la aplicación móvil y que hay que desarrollar el modulo para localizar los objetos mediante GPS, puede ser una buena elección.

Ar.js



Ar.js [14], al igual que el anterior, también es un framework basado en JavaScript, un proyector de software libre y basado en web. Ar.js sigue los estándares webgl y webrtc. Estos estándares definen la generación de gráficos 3D en entornos web con aceleración hardware (webgl) y el acceso a datos externos del dispositivo (webrtc). Como podemos observar, está mucho más centrado a dispositivos móviles que Argon.js ya que ha sido desarrollado específicamente para ellos.

Se ha creado una interfaz de desarrollo muy simple la cual permite generar realidad aumentada con distintas imágenes 3D siguiendo pocos pasos y de manera muy intuitiva. Este software ofrece un gran rendimiento en el procesamiento de imágenes o videos de RA ya que llega hasta 60 FPS con imágenes en movimiento, en este caso, para un dispositivo móvil.

Trabaja también con three.js para generar imágenes y se han desarrollado varios módulos que ofrecen un gran dinamismo en las imágenes mostradas en la RA (imágenes semitransparentes, imágenes con sombra, imágenes que producen refracción, etc.). Y con ARToolKit, una gran librería usada para generar cualquier elemento en 3D.

Otra de las características a destacar de este software es que se sigue desarrollándose hoy en día, y que está compuesto por un grupo de varias personas que, mediante un foro creado exclusivamente para esto, ofrecen información y soluciones sobre el uso de este framework.

Habría que desarrollar el modulo GPS, al igual que en el anterior, aunque es cierto que este framework ofrece mayores ventajas y su desarrollo podría ser más sencillo y rápido ya que nos permite acceder a los distintos sensores del dispositivo móvil (GPS, brújula, cámara, etc.).

Ez.ar



Al igual que los dos anteriores Ez.ar [15] es un framework basado en JavaScript para entornos web y compatible con dispositivos móviles. En este caso Ez.ar está adaptado para ser usado con Cordova y Ionic para ofrecer un desarrollo más sencillo. Permite también acceder a los distintos sensores del móvil para obtener su información.

Aunque su desarrollo es más reducido que los otros dos anteriores frameworks, este cuenta con modulo simple de geolocalización que podría adaptarse para nuestro trabajo.

Ez.ar se ha desarrollado como un módulo Java para la aplicación Cordova, por lo que únicamente sería necesario importarlo en la aplicación para trabajar con él. Pero aquí surge un problema, si necesitásemos añadir alguna característica o realizar alguna modificación tendríamos que modificar este módulo y volver a cargarlo en la aplicación. Este proceso puede ser complicado de organizar ya que cada vez que se realizase alguna modificación en la aplicación, habría que cargarlo de nuevo.

Nuestra elección

Wikitude	Vuforia	Argon.js	Ar.js	Ez.ar
De pago	De pago	Código libre	Código libre	Código libre
Muy completa	Poca compatibilidad	Desarrollado en Java Script	Eficiencia en imágenes 3D	Más complejo en su uso
Fácil implementación	Sin funcionalidad GPS	Dirigido a navegadores	Centrado en dispositivos móviles	Poca funcionalidad
Gran cantidad de módulos disponibles	Gran cantidad de módulos disponibles	Sin funcionalidad GPS	Sin funcionalidad GPS	Con funcionalidad GPS

Tabla 4.2 Tabla comparativa de software.

Después de analizar cada uno de los programas comentados anteriormente, nos decidimos por Ar.js, un framework rápido, sencillo e intuitivo con el que poder trabajar. Este es el software que hemos utilizado para desarrollar este trabajo, utilizando todas las funcionalidades de las que dispone. Utilizado también para manejar el dispositivo móvil y obtener la información de todos los sensores necesarios (cámara, gps, compass).

Al seleccionar este framework hemos tenido que desarrollar el modulo GPS para poder localizar los puntos en el mapa, más adelante explicaremos como funciona este componente.

Gracias a esta herramienta podemos crear una aplicación de software libre con el código visible para todos los demás usuarios que quieran seguir investigando. Y este es uno de los puntos más importantes del proyecto, ya que es muy complicado encontrar un software de realidad aumentada con localización GPS (nivel 2) de código libre para poder trabajar con él y desarrollar nuevos proyectos.

4.1.2 Marco regulador

En esta sección se tratan el conjunto de leyes y reglamentos utilizados que son necesarios para el desarrollo de nuestro proyecto.

En primer lugar, hemos de especificar que la normativa de aplicación serían el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea (RGPD UE 2016/976) aprobado el 27 de abril de 2016, entrando en vigor el 25 de mayo de 2018 y la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD 15/1999, de 13 de diciembre) que ha sufrido importantes modificaciones a consecuencia del Reglamento Europeo, instaurando la última versión vigente el 31 de julio de 2018.

Este sistema normativo sería utilizado siempre que la aplicación la desarrollase una persona física o jurídica que tuviera a su cargo datos de especial relevancia, como son los personales y los denominados datos sensibles, como se da en este caso.

Los datos serán almacenados por la aplicación de una forma segura utilizando un cifrado fuerte como marca la ley y, por lo tanto, estas aplicaciones deben cumplir con las restricciones de la LOPD que tiene como objetivo proteger y garantizar todo lo relacionado con el tratamiento de datos personales o sensibles de personas físicas, los derechos de las personas y las libertades públicas. Con este reglamento se asegura que el usuario tendrá un control total sobre los datos proporcionados en la aplicación. Estos datos no serán compartidos con terceros y en el caso de baja de cualquiera de los usuarios estos datos serán eliminados de la BBDD de la aplicación.

Para este proceso, BBDD de la aplicación será registrada en el Registro General de Protección de Datos (RGPD) de la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD) con el fin de dar validez a este procedimiento para, de esta manera, mantener la confidencialidad de los datos de nuestra aplicación y mantener la integridad de la misma.

Por otro lado, tratamos el tema de la propiedad intelectual ya que se ha de analizar las licencias de bibliotecas o frameworks externos que utilizamos en la aplicación.

Para el desarrollo de la misma hemos utilizado el repositorio de Ar.js [14] el cual es de código abierto y posee una licencia del MIT (Massachusetts Institute of Technology), la cual otorga permisos, de forma gratuita, a toda persona que utilice dicho software para proceder a su modificación, copia, fusión, publicación, distribución y venta siempre que se haga referencia a dicha licencia en todos estos procesos y se incluya el Copyright de la misma.

Por otro lado las librerías de ArToolKit [16] utilizadas para la generación de imágenes en 3D están sujetas a la Licencia Publica General Reducida de GNU publicada por la Free Software Foundation, a partir de la versión 3 de dicha licencia. Por lo tanto, al ser software libre no tenemos ningún problema en su utilización.

4.2 Arquitectura del software

Con la arquitectura del software podemos obtener una visión general del entorno de la aplicación para, de esta manera, observar en conjunto todos sus componentes y la comunicación que existe entre los mismos.

En nuestra aplicación podemos distinguir tres grandes partes. Estas son, las interfaces de la aplicación con las cuales el usuario interacciona, los datos que almacena y trata la aplicación y por último los controladores necesarios para que estas dos partes funcionen correctamente y puedan comunicarse entre sí. Analizando esto, podemos deducir que la arquitectura que debemos utilizar para nuestro proyecto es la denominada Modelo Vista Controlador (MVC).

La arquitectura MVC divide todos los componentes en tres grandes grupos los cuales se comunican entre ellos para dar una determinada funcionalidad al sistema. Estos grupos se ven en la Tabla 4.3 Esquema Modelo Vista Controlador.

Modelo	Representa a todos los datos que son usados en la aplicación y son estos los que le darán persistencia a la misma mediante el uso del servidor del cual hablaremos más adelante.
Vista	Hace referencia a todas las interfaces que usa la aplicación con las cuales el usuario se comunica para enviar órdenes y a través de las cuales este mismo recibe la información.
Controlador	Hace de intermediario entre el Modelo y la Vista, su función principal es la de dar lógica a la aplicación para que los usuarios puedan utilizarla. Se encarga de enviar la información necesaria del Modelo a la Vista para que el usuario observe una respuesta lógica dependiendo de la petición realizada.

Tabla 4.3 Esquema Modelo Vista Controlador.

Los datos del Modelo son representados en las interfaces de la Vista a través de los componentes del Controlador. Esto se puede observar mucho mejor en la Figura 4.3 Comunicación Modelo Vista Controlador.

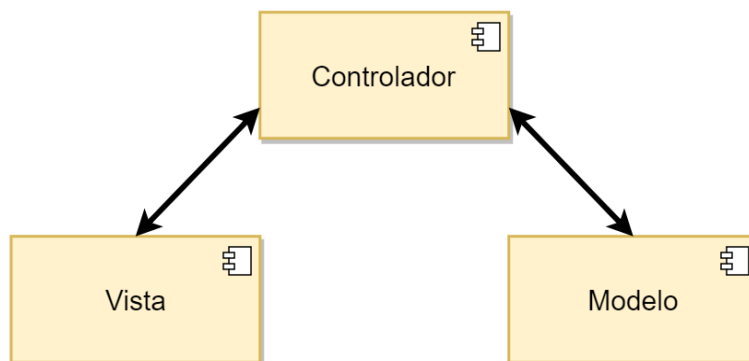


Figura 4.3 Comunicación Modelo Vista Controlador

Esta arquitectura permite separar la funcionalidad de la aplicación de los datos para, de esta manera, ofrecer mayor modularidad, y obtener más facilidades en el mantenimiento y una mayor escalabilidad de la aplicación.

4.3 Componentes de la aplicación

La aplicación desarrollada en este proyecto se encuentra dividida en distintos componentes separados a la vez en distintos paquetes para diferenciar las distintas partes del software y llevar un mejor control. Como hemos explicado en el capítulo anterior [4.2] esta organización del software está basada en el modelo MVC el cual se ha utilizado como pase para diferenciar los distintos componentes. Otro de los puntos importantes en la estructura de la aplicación es la comunicación entre los distintos componentes y paquetes del sistema. Todo esto aparece representado en la Figura 4.4 Diagrama de componentes:

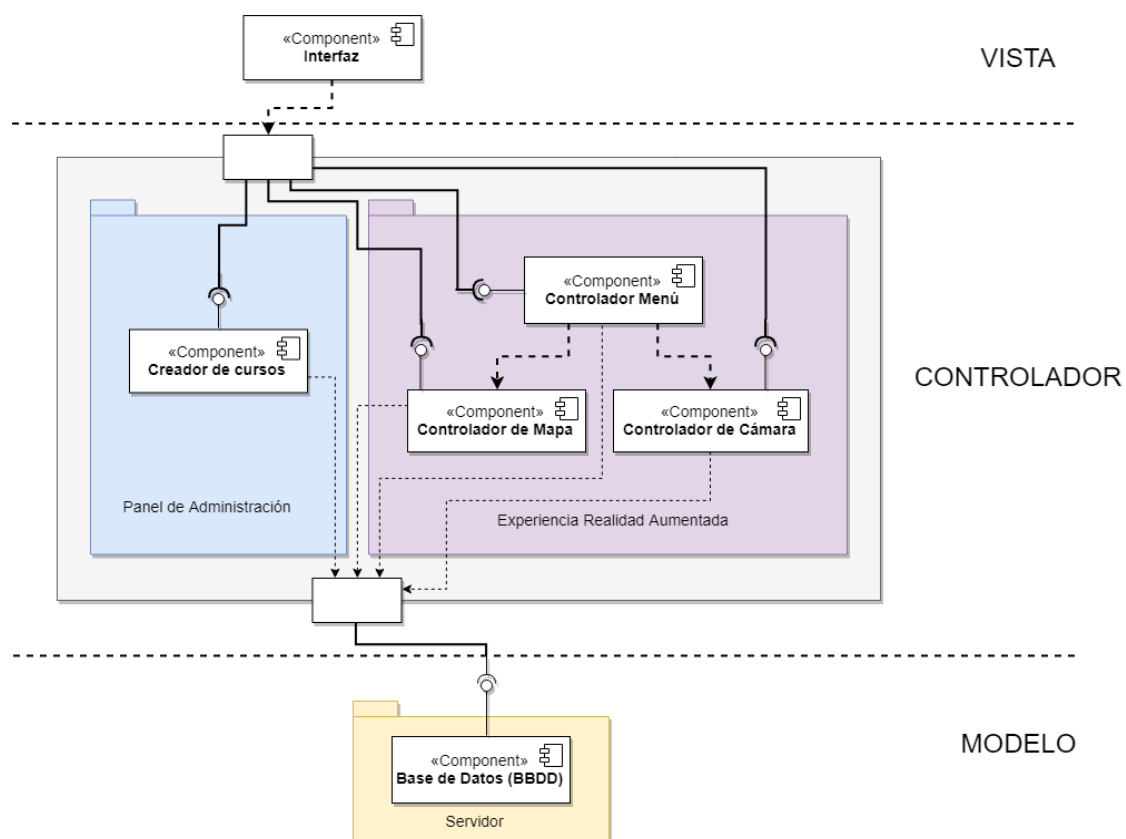


Figura 4.4 Diagrama de componentes

Este diagrama anterior esta realizado siguiendo el lenguaje unificado de modelado (UML), con el cual se consigue representar correctamente todos los componentes de la aplicación y la comunicación entre los mismos.

Vista

En la capa correspondiente a la vista en MVC encontramos un único componente llamado Interfaz. Como podemos ver en la Figura 4.5 Componentes de la vista:



Figura 4.5 Componentes de la vista

Este es el elemento encargado de representar toda la información necesaria al usuario de una manera sencilla y cómoda para este. También se encarga de recoger los datos que el usuario proporciona para transmitirlos a la capa del controlador donde se procesarán de distinta manera según el tipo de datos.

Controlador

En esta capa del MVC se encuentran todos los controladores de nuestra aplicación encargados de crear la funcionalidad en la aplicación. Esto se observa en la Figura 4.6 Componentes del controlador:

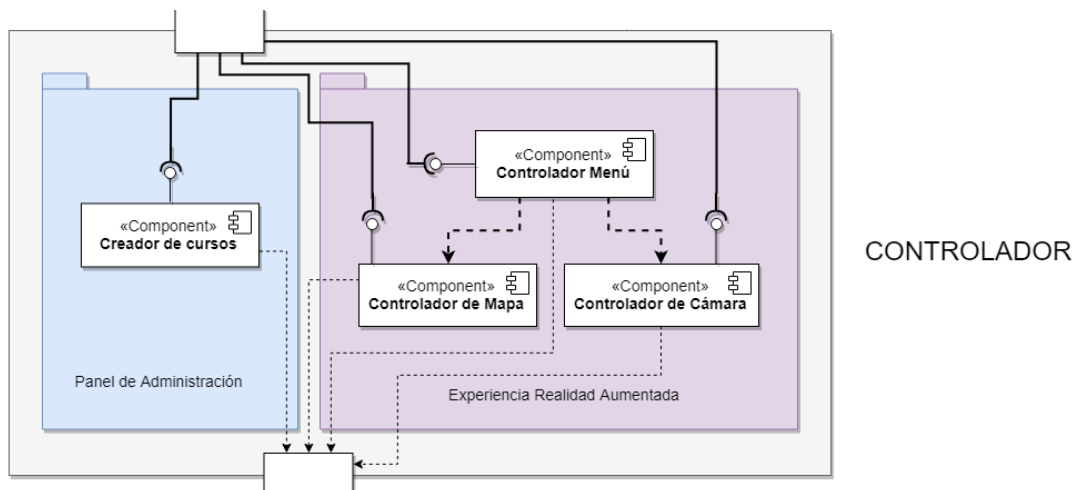


Figura 4.6 Componentes del controlador

Cada uno de los distintos controladores se activará dependiendo de la información que reciba del usuario mediante la interfaz de la aplicación. Como podemos observar estos controladores están divididos en dos paquetes diferenciados. Por un lado, el paquete de administración y por otro el de experiencia de realidad aumentada.

- **Paquete de Administración:** En este paquete se almacenarán todos los controladores de la aplicación que estén relacionados con la gestión de la misma y que solamente serán usados por los usuarios con estos permisos.
 - **Creador de cursos:** Este componente se encarga de manejar los datos a la hora de crear un curso por parte de un usuario. En primer lugar, comprobará que todos los datos que nos facilita el usuario son correctos y una vez comprobados enviara dichos datos al servidor para su posterior persistencia en la BBDD.
- **Paquete de Realidad Aumentada:** En este paquete se encuentran todos los componentes relacionados con la experiencia de realidad aumentada en la cual el usuario interacciona con la aplicación para completar sus objetivos. Como podemos observar, este paquete dispone de varios componentes que explicamos a continuación:
 - **Controlador Menú:** Este componente se encarga de gestionar el menú de la aplicación desde el cual el usuario puede acceder a las opciones de cámara o mapa para ejecutar su curso, también se encarga de transmitir todos los datos correctamente entre la interfaz y los dos siguientes componentes que definimos a continuación.
 - **Controlador de Mapa:** Encargado de mostrar los puntos de los distintos cursos seleccionados por el usuario en un mapa bajo la plataforma Google Maps API [17] para ofrecer una visión general al usuario de los cursos sobre un plano.
 - **Controlador de Cámara:** Este es el componente más amplio de la aplicación desarrollada, es el encargado de mostrar todas las escenas de los cursos en la cámara del dispositivo alrededor del usuario. Para ello se ha utilizado la generación de imágenes 3D con realidad aumentada y geolocalización. En el capítulo [4.5] hablamos más en detalle de este proceso, explicando las tecnologías que se han utilizado y como se han realizado los cálculos para generar la imágenes.

Modelo

Por último, en la capa de modelo del MVC vemos el componente Base de Datos (BBDD), este hace referencia a todos los datos que son utilizados en la aplicación, y su función es la de mantener la persistencia y la disponibilidad de los mismos para su posterior uso. Esto se ve en la Figura 4.7 Componentes del modelo:

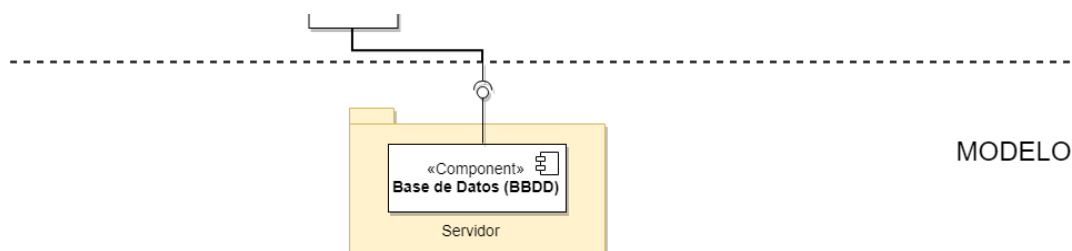


Figura 4.7 Componentes del modelo

Todos estos datos, alguno de ellos sensibles, se almacenan en el servidor de la aplicación del cual hablaremos en el siguiente capítulo para definir todas sus características y los métodos de acceso.

4.4 Servidor

Para el desarrollo del proyecto ha sido necesario el uso del servidor creado en la aplicación iWarn, este servidor está desarrollado sobre Apache HTTP Server, un servidor rápido y sencillo de usar, con muchas opciones de configuración y de código abierto.

El servidor de nuestro proyecto se configuro con Apache2, el módulo de PHP5 y la base de datos MySQL. De esta manera podemos crear distintas funciones PHP en el propio servidor que ofrecerán distintas funcionalidades a la aplicación desde la que son llamadas.

Por lo tanto, se han desarrollado distintos módulos PHP en la parte del servidor para guardar y obtener todos los datos de la BBDD en MySQL de nuestro servidor.

Una vez seleccionadas las distintas herramientas a utilizar diseñamos la base de datos relacional en la cual se almacenarían toda la información de la aplicación y de los usuarios. Esta base de datos es conjunta a la de la aplicación iWarn, por lo que se puede decir que realmente se ha realizado una ampliación de la BBDD original. A continuación, mostramos el esquema relacional de la base de datos creada en la Figura 4.8 Esquema relacional de la BBDD.

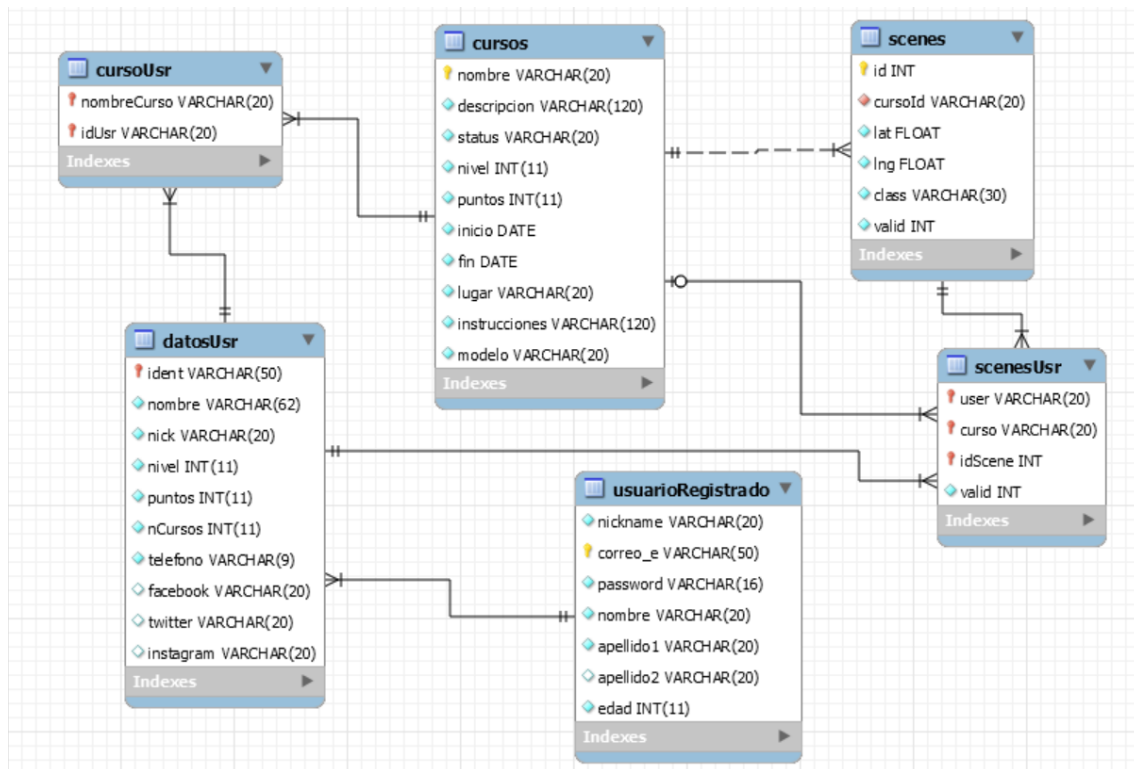


Figura 4.8 Esquema relacional de la BBDD

Como podemos ver todas las tablas están relacionadas entre sí, para de esta manera mantener todos los datos de la aplicación actualizados al momento. A continuación, describimos brevemente cada una de las tablas que hemos utilizado.

usuarioRegistrado: En esta tabla se almacena todos los datos personales de los usuarios que se registran en la aplicación. El identificador de esta tabla es el correo del usuario llamado *correo_e*.

datosUsr: En esta tabla se encuentran los datos de los usuarios relacionados con la aplicación. La clave primaria es la columna *ident*, que está relacionada con *correo_e* de la tabla *usuarioRegistrado*. Con estas dos tablas conseguimos separar los datos personales de los usuarios de los datos relacionados con la aplicación. De esta manera aumentamos la seguridad de estos datos sensibles.

cursos: Esta tabla está relacionada con todos los cursos que están disponibles en la aplicación, creados por los programadores o por los usuarios administradores. La clave primaria de la tabla es la columna *nombre*, es decir, cada curso dispondrá de un nombre único para identificarlo.

scenes: En esta tabla se almacenan todas las escenas creadas para los distintos cursos almacenados. Cada una de las escenas tiene asignado un curso en la columna *cursoId* que hace referencia a *nombre* de la tabla *cursos*. En este caso, la clave primaria de las escenas es un identificador numérico único, *id*.

cursoUsr: Esta tabla se encarga de almacenar todos los cursos que un usuario tiene asignados en la aplicación. Para ello la tabla cuenta con la columna *nombreCurso* que hace referencia a la clave primaria de la tabla *cursos*, y la columna *idUsr* que está relacionada con la clave primaria de la tabla *datosUsr*. Para esta tabla la clave primaria (PK) está formada por las dos columnas que tiene.

scenesUsr: Por último, tenemos esta tabla en la que se almacenan las escenas que el usuario ha seleccionado para cada uno de los cursos. Con esta tabla conseguimos guardar los avances del usuario de cara a un curso, ya que las escenas que haya seleccionado con anterioridad, no tendrá que volver a seleccionárselas si vuelve a acceder al curso. Esta tabla cuenta con tres columnas *user*, *curso* y *idScene*, que hacen relación a la PK de las tablas *datosUsr*, *cursos* y *scenes* respectivamente. Las tres columnas de esta tabla forman la PK de la misma.

Con todos estos componentes conseguimos una BBDD funcional que trata toda la información necesaria para mantener la persistencia en la aplicación. Todas las llamadas a la BBDD se hacen mediante módulos php que hemos diseñado. Cada uno de estos módulos tienen tareas distintas con las cuales realizamos consultas, inserciones, actualizaciones y borrados sobre la BBDD. Los módulos se ven en la Tabla 4.4 Módulos PHP desarrollados:

MÓDULOS PHP		
include.php	obtenerEscenasDeCurso.php	newCourse.php
Se encarga de realizar la conexión de cada uno de los módulos con la BBDD.	Devuelve todas las escenas asignadas a un determinado curso.	Encargado de añadir un nuevo curso y todas sus escenas a la BBDD cuando este es creado.
consultarCursos.php	aceptar-completar-curso.php	newlogin.php
Recopila toda la información de un curso para un determinado usuario.	Tiene dos funciones, finalizar un curso cuando el usuario lo ha completado y asignar un nuevo curso a un usuario cuando lo selecciona.	Comprueba que los datos obtenidos de un <i>login</i> son correctos y permite al usuario acceder a la aplicación.
lvlUp.php	obtenerEscenasValidas.php	registro.php
Actualiza el nivel del usuario dependiendo de los puntos que tenga.	Devuelve todas las escenas validas para un determinado curso.	Encargado de añadir a la BBDD un nuevo usuario que se haya registrado.
escenasUsr.php	obtenerEscenasNoValidas.php	updateProfile.php
Tiene varias funciones dependiendo de los parámetros utilizados en su llamada. Elimina todas las escenas de un usuario en un curso,	Devuelve todas las escenas no validas de un determinado curso.	Actualiza en la BBDD la información de contacto de un determinado usuario que haya sido registrado en la aplicación.

añade una serie de escenas o devuelve las escenas de un curso de un usuario.		
<code>obtenerPuntos.php</code>	<code>obtenerEscenasUsuario.php</code>	<code>updateRank.php</code>
Obtiene los puntos que un usuario puede obtener en un curso.	Devuelve las escenas que un usuario ha seleccionado con anterioridad en un curso determinado.	Encargado de actualizar la puntuación de un usuario según los cursos que vaya finalizando.

Tabla 4.4 Módulos PHP desarrollados

4.5 Generación de escenas

En este capítulo vamos a explicar cómo hemos generado las imágenes 3D que se generan en la aplicación y con las cuales el usuario interactúa. Este es uno de los puntos más importantes de la aplicación ya que, al contrario que con otras aplicaciones de realidad aumentada con geolocalización, nuestra aplicación no solo asigna unas determinadas figuras en 3D a una posición con su latitud y longitud, sino que, además, es capaz de colocarlas correctamente alrededor del usuario creando de esta manera una posición estática para cada uno de los objetos en el mundo real. Otras aplicaciones únicamente generan las figuras en una coordenada determinada sin tener en cuenta hacia donde está mirando el usuario. Y es por esto por lo que se ha decidido ampliar la percepción del usuario de cara a la aplicación ofreciendo una experiencia mucho más real.

Para explicar este proceso nos vamos a centrar en el archivo `camera.js` en el cual está todo desarrollado, pues es el encargado de obtener la información de los sensores del dispositivo, colocar y mostrar correctamente las figuras en la cámara del mismo y ofrecer una interacción sencilla al usuario. Por otro lado, es el encargado también de conectar con el servidor para obtener y enviar los datos del progreso de los usuarios.

Vamos a explicar paso a paso todas las tareas que realiza este archivo, así como las fórmulas utilizadas para rotar y trasladar las figuras generadas.

camera.js

En primer lugar, este software obtiene los valores que le llegan como parámetro, valores que más adelante tratará para realizar todas sus tareas. Estos son el nombre de usuario y el nombre del curso. Una vez que obtiene estos datos se conecta al servidor y obtiene todas las escenas para ese curso.

Para generar las imágenes en 3D y para darles una determinada funcionalidad utiliza las librerías de A-FRAME [18]. A-FRAME es un conjunto de librerías de código abierto el cual permite, generar imágenes en 3D, como veremos más adelante, y ofrece una gran

cantidad de funcionalidades sobre estas mismas, tanto en su diseño, como en sus características y acciones.

Nosotros hemos utilizado la funcionalidad de hacer clic sobre cada una de las escenas, de esta manera cuando cada una de las escenas sea seleccionada realizara una determinada acción que acaba almacenándose en el servidor y actualizando la información del usuario.

Vamos a ver como se colocan las escenas (figuras en 3D).

- Lo primero que hace es obtener la localización del usuario para saber en posición se encuentra y que escenas debe mostrar.
- A continuación, calculamos la hipotenusa de cada una de las escenas con respecto al usuario. Esto nos servirá más adelante para colocarlas correctamente. Para ello colocamos la posición del usuario como si fuese la (0,0) en un eje de coordenadas. Para entenderlo mejor es como si estuviésemos mirando la escena desde arriba donde las escenas se pueden mover a través del eje x e y , que en la realidad son los ejes x y z , ya que el eje y corresponde a la altura del objeto 3D. De esta manera, la hipotenusa la obtenemos de la siguiente manera.

$$h = \sqrt{lat^2 + lng^2} \quad (4.1)$$

Donde h es la hipotenusa y lat y lng son la distancia del eje x e y del objeto (O) al usuario. Para poner al usuario (U) en el punto (0,0) lo único que hacemos es restar las coordenadas del objeto menos la del usuario. Esto lo vemos mejor en la Figura 4.9 Cálculo de la hipotenusa.

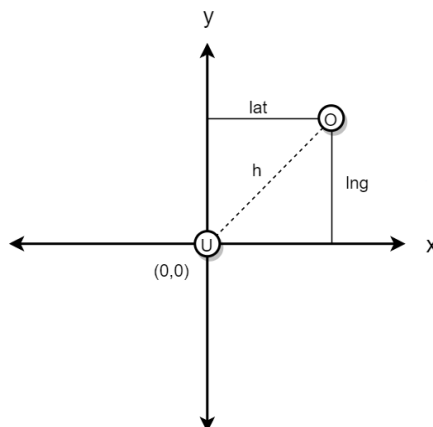


Figura 4.9 Cálculo de la hipotenusa

- Una vez que tenemos la hipotenusa debemos ver en qué cuadrante se encuentra (1, 2, 3 o 4), los cuadrantes los vemos mejor en la Figura 4.10 Cuadrantes.

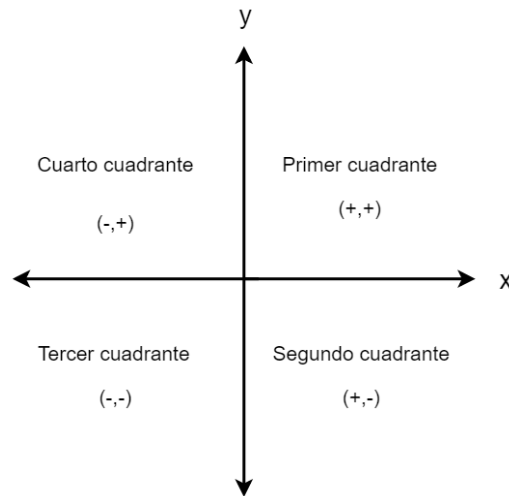


Figura 4.10 Cuadrantes

Esto lo utilizamos para ver el signo que tendrán los valores de *lat* y *lng*. Y así saber rápidamente en qué posición se encuentran.

- Lo siguiente que tenemos que hacer es hallar el ángulo que cada uno de los objetos tiene con respecto al grado 0°. Para calcular este grado utilizamos la siguiente formula trigonométrica.

$$\alpha = \arcsin(j/h) \quad (4.2)$$

Donde α es el ángulo a calcular, j es el lado opuesto al ángulo y h es la hipotenusa calculada anteriormente. El lado opuesto al ángulo cambiara dependiendo del cuadran en el que se encuentre, algunas veces será *lat* y otras *lng*, y también dependiendo del cuadran habrá que sumar distintos grados debido al desplazamiento, esto lo vemos mejor en la Figura 4.11 Calculo del ángulo según cuadrante.

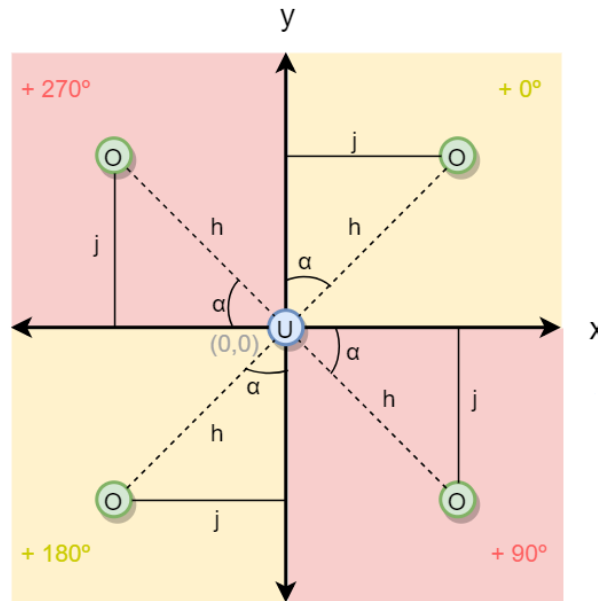


Figura 4.11 Cálculo del ángulo según cuadrante

En la figura anterior se representa un caso para cada uno de los cuadrantes además del ángulo a añadir dependiendo de en cual se encuentre.

- Tras esto, tomamos el valor de la brújula del dispositivo para ver en qué ángulo se encuentra nuestro usuario.
- Y, por último, debemos rotar todas las escenas que hemos creado para que coincidan con la posición del usuario que ha sido medida mediante la brújula. Para esto, en primer lugar, tenemos que restar el ángulo obtenido de la brújula con el ángulo que tenían cada una de las escenas, por ejemplo: Si una escena tenía un ángulo de 30° y el usuario está girado 20° , la escena queda a 10° de la vista del usuario. Con esto ya podemos actualizar el nuevo ángulo de la escena y a continuación procederemos a calcular de nuevo los valores *lat* y *lng* de la escena ya que estos han sido modificados.

Para calcular las nuevas posiciones de la escena se utilizan las siguientes fórmulas trigonométricas.

$$lng = \sin \alpha * h \quad (4.3)$$

$$lat = \cos \alpha * h \quad (4.4)$$

Con esto obtenemos los nuevos valores de la escena. Hay que tener en cuenta que dependiendo del cuadrante donde nos encontremos los valores de *lng* y *lat* van alternando la fórmula. Para ver esto mejor, hemos creado la siguiente figura

en la que se aprecia el movimiento de una de las escenas, en la Figura 4.12 Cálculo de rotación de una figura.

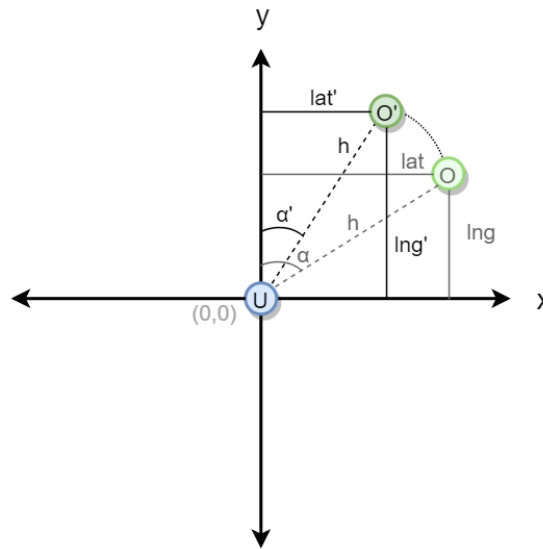


Figura 4.12 Cálculo de rotación de una figura

Como podemos ver en la figura el objeto O se ha movido a O' dado que ha cambiado el ángulo, y por lo tanto los nuevos valores de lat y lng son lat' y lng' . De esta manera todas las escenas quedan colocadas perfectamente alrededor del usuario.

Una vez que tenemos colocadas todas las escenas en sus correspondientes coordenadas solo nos queda representarlas sobre la cámara del dispositivo para que el usuario pueda verlas. Para ellos hemos usado el framework Ar.js [14] que nos permite crear la realidad aumentada en el dispositivo.

Para el diseño de las distintas escenas hemos decidido utilizar modelos gltf (GL Transmission Format) son modelos de imágenes o animaciones 3D de la empresa Khronos [19] que pretende crear un estándar para la representación de este tipo de medios. Además, este tipo de modelos 3D es compatible con la librería A-FRAME [18] que estamos utilizando para el proyecto por lo que nos permite incluir dichos modelos fácilmente.

Con esto somos capaces de superponer las escenas en la aplicación y darles funcionalidad al seleccionar cada una de ellas.

4.6 Wireframes y prototipos

A continuación, y para finalizar el capítulo de diseño vamos a exponer los Wireframes que hemos creado para explicar las interfaces de la aplicación y el resultado final obtenido en el desarrollo de la aplicación para, de esta manera, poder analizar los cambios que hemos realizado con respecto a la idea original. El objetivo de este apartado es conocer la estructura que seguirá nuestra aplicación para ver cómo se colocaran cada uno de los elementos en las distintas pantallas que puede mostrar nuestro software. Con estos Wireframes y las pantallas del prototipo los usuarios pueden obtener una idea genérica de cómo funciona la aplicación a modo de manual, para, de esta manera, someter la aplicación a evaluación y ver posibles fallos que los usuarios puedan encontrar.

4.6.1 Pantalla de Login

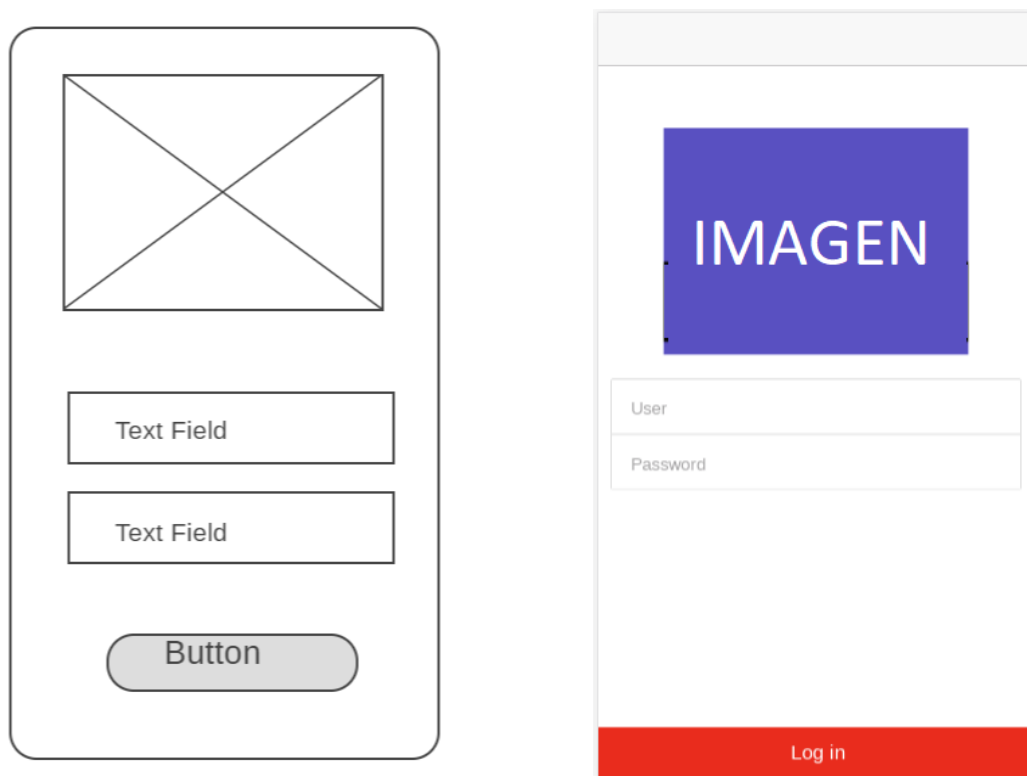


Figura 4.13 Wireframe y prototipo de la página de login

Esta es la primera pantalla que aparece cuando el usuario abre la aplicación en la cual este se tiene que identificar para acceder a la misma. Tiene un diseño muy básico, en la parte superior una imagen o un logo de la aplicación, dejado de esto los campos para

rellenar con el usuario y la contraseña y en la parte inferior el botón de login para comprobar los datos, y en el caso de que sean correctos acceder a la aplicación.

Como podemos ver se han realizado pocas variaciones entre el Wireframe y el prototipo diseñado.

La página de menú general que aparece al hacer login pertenece a la aplicación iWarn por lo que no aparece en los Wireframes de nuestro proyecto. En esta página el usuario puede seleccionar sus cursos, ver sus puntos, modificar sus datos, etc. Es el panel de control del usuario.

4.6.2 Pantalla de menú de curso

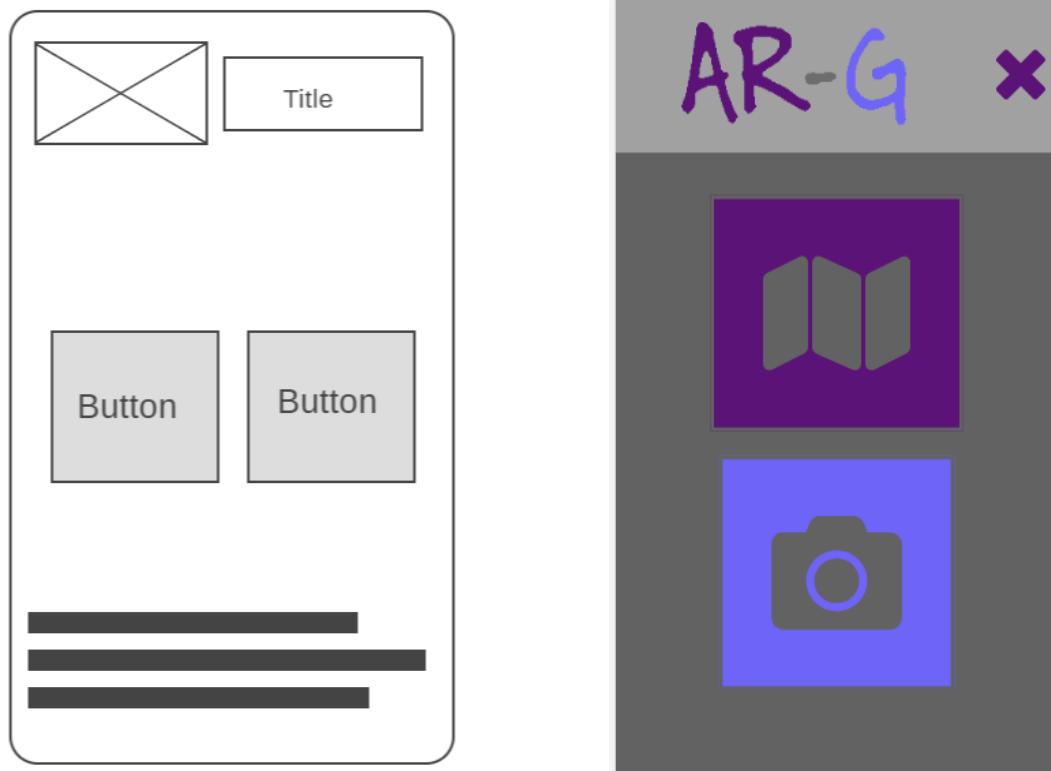


Figura 4.14 Wireframe y prototipo de menú de curso

Esta es la página que aparece (Figura 4.14 Wireframe y prototipo de menú de curso) en cuando el usuario selecciona un curso para realizarlo. Desde aquí podrá acceder a las distintas páginas para completar el curso, el botón central superior para acceder al mapa y el inferior para acceder a la cámara y acceder a la experiencia de realidad aumentada. En la parte superior aparece el logo y un botón para salir del curso.

En el Wireframe se observan algunas modificaciones con respecto al resultado final, como son la colocación de los botones y la información de cada uno de ellos.

En el prototipo si bajamos en la aplicación podemos ver la siguiente figura (Figura 4.15 Prototipo menú de curso, parte inferior) en la que el usuario puede obtener información sobre cada uno de los botones disponibles. Además de informar al mismo de lo que necesita tener activado su dispositivo para funcionar correctamente.



Figura 4.15 Prototipo menú de curso, parte inferior

4.6.3 Pantalla de Mapa



Figura 4.16 Wireframe y prototipo de mapa

Una vez que hemos accedido al menú del curso, si pulsamos sobre el botón de “Mapa” nos aparecerá la Figura 4.16 Wireframe y prototipo de mapa. El diseño del Wireframe y del prototipo es muy parecido. En el prototipo observamos el mapa, prácticamente a pantalla completa, creado mediante la API de Google Maps, en el cual podemos observar el punto en el que se encuentra el usuario (de color verde) y el punto en el que se encuentra el curso (de color rojo, identificados con letras). De esta manera ofrecemos al usuario una visión espacial de hacia dónde se tiene que dirigir. Si el curso estuviese fuera del alcance del usuario aparecería de color morado en vez de rojo.

En la parte superior podemos observar el logo de la aplicación y un botón para volver hacia el menú del curso.

4.6.4 Pantalla de realidad aumentada

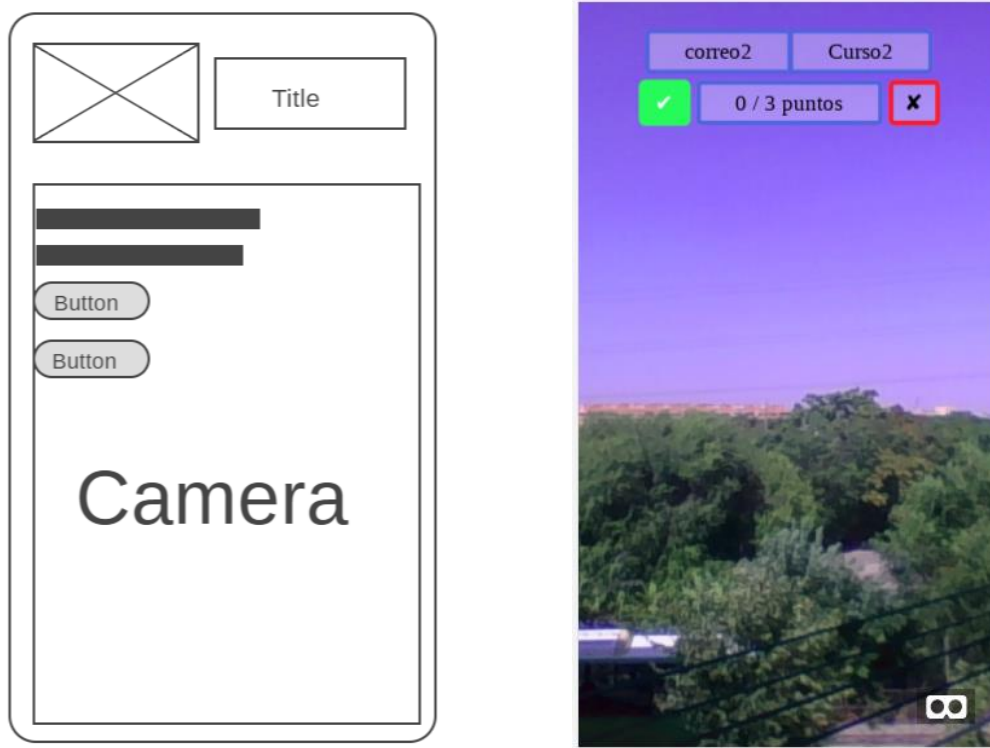


Figura 4.17 Wireframe y prototipo de cámara

En el menú de curso, al seleccionar el botón de cámara, aparecería la Figura 4.17 Wireframe y prototipo de cámara. En la cual se observa la cámara trasera del dispositivo a pantalla completa. En la parte superior aparece la información del usuario y del curso que está realizando (el nombre y los puntos que tiene que conseguir), podemos observar que la posición de esta información ha cambiado entre el Wireframe y el prototipo. En el prototipo se diferencian dos botones con los que el usuario puede finalizar el curso para guardar los puntos que haya conseguido (botón verde de la izquierda) o abortar el curso para salir del mismo (botón rojo de la derecha). En cualquier caso, la aplicación almacenará los avances que el usuario haya realizado.

En la parte inferior observamos un botón para ejecutar la visión de la cámara en modo de realidad virtual. Este es añadido automáticamente por Ar.js, por lo tanto, no aparece en el Wireframe.

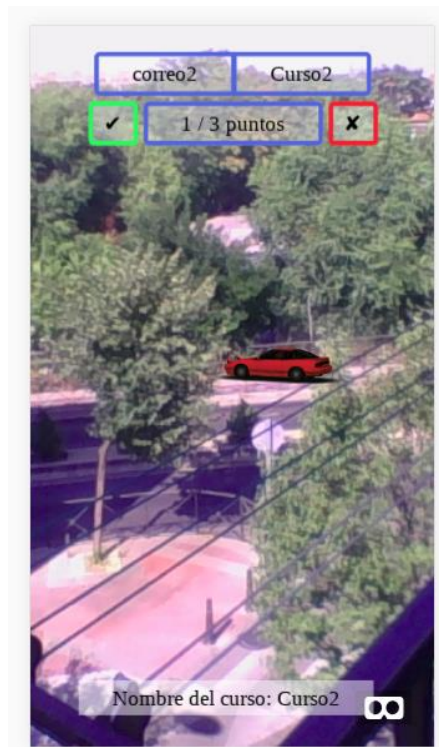


Figura 4.18 Prototipo de cámara con realidad aumentada

En la Figura 4.18 Prototipo de cámara con realidad aumentada, podemos observar la imagen de la cámara del dispositivo con una figura (escena) de realidad aumentada en el centro (el coche rojo). En esta figura el usuario ya ha hecho clic sobre la figura y cómo podemos ver en la parte superior se le ha sumado un punto. En la parte inferior aparece la barra de notificaciones cada vez que el usuario realice una acción o seleccione alguno de los elementos de información superiores. Cuando el usuario gire sobre sí mismo las escenas de realidad aumentada se moverán a su alrededor, manteniendo siempre la posición correcta.

4.6.5 Pantalla del creador de cursos

Por último, vamos a ver los Wireframes creados y los prototipos para el creador de cursos. En el Wireframe original, toda la información del curso se definía en una misma pantalla como vemos en la Figura 4.19 Wireframe y prototipo del creador de cursos 1, pero en el prototipo se decidió crear esta sección por pasos, el usuario irá avanzando en la aplicación a medida que vaya completando la información. A esta sección de la aplicación solamente pueden acceder los usuarios que son organizaciones.

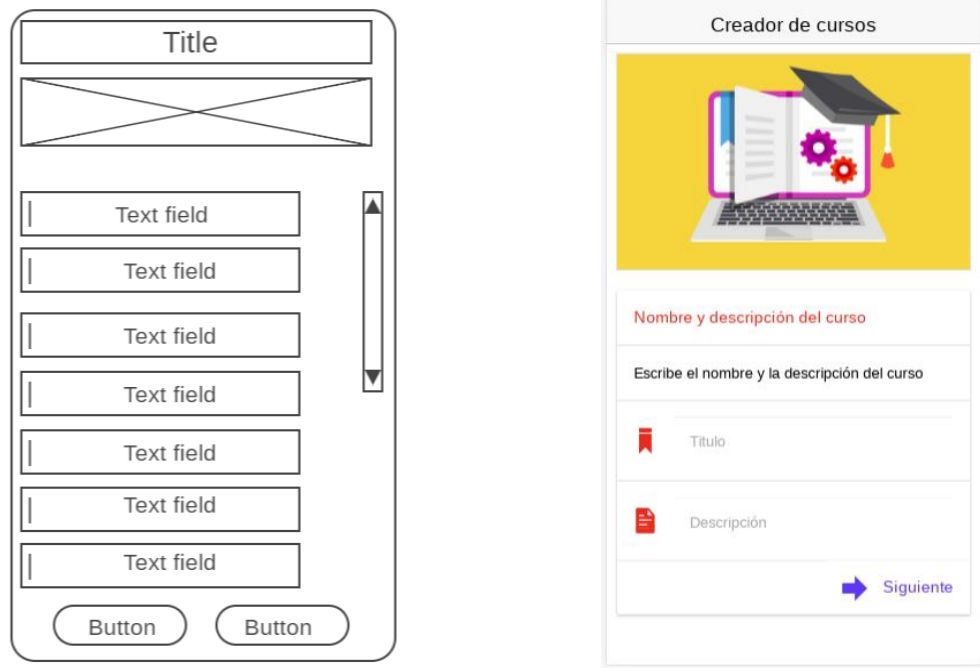
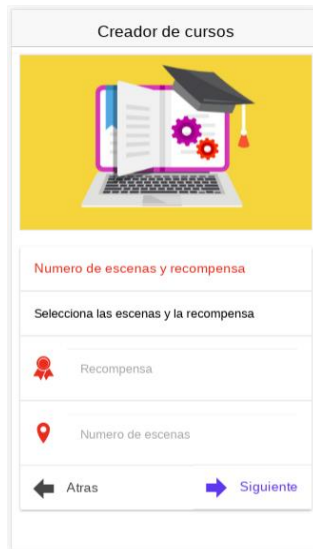


Figura 4.19 Wireframe y prototipo del creador de cursos 1

Este será el diseño que seguirán todas las pantallas en el creador de cursos, en la parte superior vemos el título y debajo de este una imagen. En la parte inferior vemos los campos que el usuario debe rellenar con una pequeña explicación de cada uno de ellos. En la primera pantalla el usuario deberá introducir el título y la descripción del curso a crear. En la parte inferior vemos el botón para pasar a la siguiente pantalla.



Esta pantalla, titulada "Creador de cursos", presenta una ilustración superior de un ordenador portátil con un libro y un gorro de graduación. El formulario principal incluye:

- Un encabezado "Numero de escenas y recompensa" en rojo.
- Una instrucción "Selecciona las escenas y la recompensa".
- Un campo de entrada con un ícono de medalla roja y el texto "Recompensa".
- Un campo de entrada con un ícono de ubicación roja y el texto "Numero de escenas".
- Botones de navegación "Atras" (con flecha izquierda) y "Siguiente" (con flecha derecha).

Figura 4.20 Prototipo creador de cursos 2

En esta pantalla (Figura 4.20 Prototipo creador de cursos 2) el usuario tiene que introducir la recompensa que ofrecerá por el curso y el número de elementos (figuras) de realidad aumentada que el curso tendrá. Abajo ahora podemos observar también el botón para volver a la pantalla anterior.



Esta pantalla, también titulada "Creador de cursos", mantiene la misma ilustración superior. El formulario principal incluye:

- Un encabezado "Fecha" en rojo.
- Una instrucción "Selecciona fecha de inicio y fin: (YYYY-MM-DD)".
- Un campo de entrada con un ícono de calendario roja y el texto "Fecha inicio".
- Un campo de entrada con un ícono de calendario roja y el texto "Fecha fin".
- Botones de navegación "Atras" (con flecha izquierda) y "Siguiente" (con flecha derecha).

Figura 4.21 Prototipo creador de cursos 3

En esta tercera pantalla (Figura 4.21 Prototipo creador de cursos 3) el usuario tiene que introducir la fecha de inicio y de fin del curso con el formato YYYY-MM-DD, si la escribe en otro formato no podrá crear el curso correctamente.



Figura 4.22 Prototipo creador de cursos 4

En la cuarta pantalla (Figura 4.22 Prototipo creador de cursos 4) el usuario introducirá la localización donde se realizará el curso (no como coordenadas de latitud y longitud, únicamente el nombre de la ciudad o de la calle) y además instrucciones para que el usuario entienda lo que tiene que hacer.

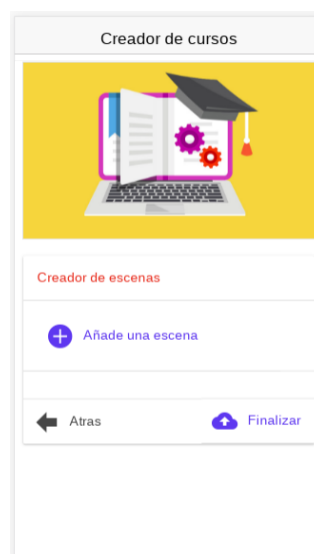


Figura 4.23 Prototipo creador de cursos 5

Esta es la última pantalla (Figura 4.23 Prototipo creador de cursos 5) del creador de cursos, en ella el usuario tiene que introducir todas las escenas que aparecerán en el curso a través del botón “Añade una escena” que vemos a continuación. Por otro lado, el botón de “Siguiente” ha cambiado y ahora se llama “Finalizar”, cuando se haga clic en él, si todo es correcto, el usuario habrá creado un curso nuevo.

Esta es la interfaz de usuario para crear una nueva escena. El título es "Creador de cursos". Debajo hay un banner amarillo con un icono de teclado. El contenido principal se divide en secciones:

- Nueva escena**: Título de la sección.
- Selecciona los parametros de la escena**: Instrucción para el usuario.
- Latitud**: Campo de entrada con un icono de ubicación.
- Longitud**: Campo de entrada con un icono de ubicación.
- Escena válida**: Opción de selección con un icono de checkmark y un radio button.
- Selecciona la clase**: Opción de selección con un icono de lápiz.
- Borrar**: Botón con un icono de basura.
- Añadir**: Botón con un icono de checkmark azul.

Figura 4.24 Prototipo creador de cursos 6

Esta es la pantalla (Figura 4.24 Prototipo creador de cursos 6) que aparece cuando el usuario hace clic en “Añade un escena” en la Figura 4.23 Prototipo creador de cursos 5. En esta pantalla podemos ver todos los campos necesarios para crear una escena en el curso. En primer lugar, hay que seleccionar las coordenadas (latitud y longitud) de la escena. Después elegir si la escena será válida o no (las escenas no validas restan puntos al usuario). Y, por último, escoger la clase de la escena, dependiendo de la clase la escena creada mostrará una imagen u otra.

En la parte inferior encontramos dos botones, uno para borrar la escena y volver a la Figura 4.23 Prototipo creador de cursos 5, a la derecha. Y otro a la izquierda para añadir una nueva escena al curso siempre que todos los parámetros sean correctos.

Esta es la interfaz de usuario para gestionar las escenas de un curso. El título es "Creador de cursos". Debajo hay un banner amarillo con un icono de laptop y un diploma. El contenido principal se divide en secciones:

- Creador de escenas**: Título de la sección.
- Añade una escena**: Botón con un icono de plus azul.
- Lista de escenas**: Lista de escenas creadas con su información básica:
 - 1: Lat: 1.1 Lng: 31.02 Class: Nieve
 - 2: Lat: 0.04 Lng: 111.2 Class: Incen...
 - 3: Lat: 12 Lng: 2.001 Class: Accidente
 - 4: Lat: 57.12 Lng: -5.2 Class: Nieve
- Atras**: Botón con un icono de flecha izquierda.
- Finalizar**: Botón con un icono de flecha derecha.

Figura 4.25 Prototipo creador de cursos 7

En la Figura 4.25 Prototipo creador de cursos 7, observamos un curso con varias escenas creadas en él, mostrando la información básica de las mismas. Para que el curso

pueda ser guardado correctamente el número de escenas creadas tiene que coincidir con el número de escenas seleccionado en la Figura 4.20 Prototipo creador de cursos 2.

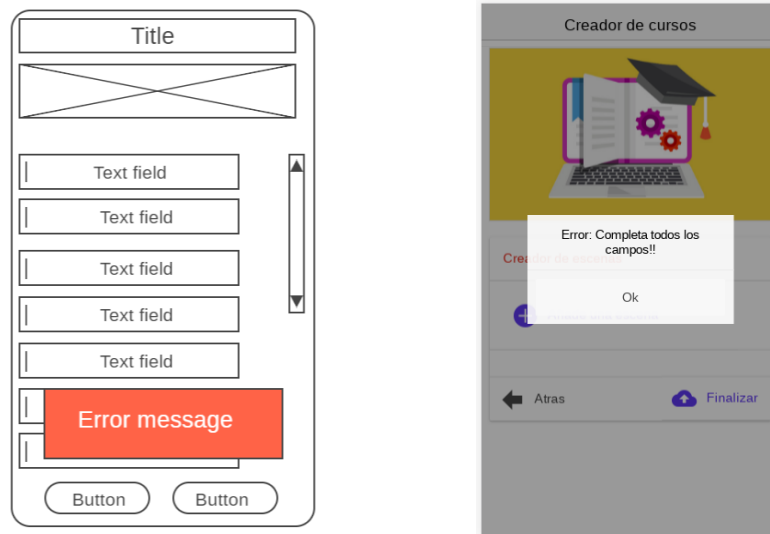


Figura 4.26 Wireframe y prototipo de mensaje de error

En el caso de existir algún error será mostrado en pantalla mediante un mensaje como podemos ver en la Figura 4.26 Wireframe y prototipo de mensaje de error. De esta manera el usuario sabrá que fallo a cometido y podrá solucionarlo. La posición del mensaje de error ha cambiado entre el Wireframe (centrado inferior) y el prototipo (centrado).

5. EVALUACIÓN

A continuación, exponemos el estudio realizado sobre nuestro proyecto con el fin de saber si cumple los objetivos propuesto en el mismo. Para la realización de este estudio el primer paso era obtener un prototipo de software desarrollado, con funciones básicas, pero lo suficientemente funcional para su correcto uso. Una vez obtenido, se realizó la encuesta que vamos a ver a continuación.

5.1 Cuestionario TAM

En el estudio se realizó una encuesta a un grupo de personas que no tenían experiencia previa con la aplicación desarrollada. La selección de personas se realizó teniendo en cuenta algunos factores que estas debían poseer como estar familiarizados con los teléfonos inteligentes, personas de distintos ámbitos profesionales, personas de distinto rango de edad, etc. En total un grupo de diez personas que realizaron este cuestionario. Aunque se trata de un grupo reducido de usuarios podemos obtener unas sencillas conclusiones de cómo se intuye la aplicación de cara al público, para de esta manera poder identificar y tratar futuros problemas que hayamos pasado por alto. Más adelante habría que realizar un estudio más amplio para obtener unos resultados más precisos con los que mejoras nuestra aplicación.

Hay que resaltar, que ninguno de los usuarios había utilizado esta aplicación o similares con anterioridad, ya que esto podría influir en los resultados del cuestionario. Aunque algunos de ellos tenían experiencia con aplicaciones de gamificación y de realidad aumentada en dispositivos móviles. Cabe destacar que este es un cuestionario piloto ya que la cantidad de usuarios escogidos es muy reducida y sus edades muy distantes entre ellos. Para obtener unos resultados más precisos sería conveniente realizar un estudio centrado en un grupo de usuarios con características más parecidas.

Una vez seleccionados a los usuarios, diseñamos un cuestionario que nos permitiese obtener unos resultados sencillos para realizar un rápido análisis. Para ello utilizamos el modelo de cuestionario TAM (Modelo de Aceptación Tecnológica), muy utilizado para estudiar software en el mundo real. Este cuestionario creado en 1989 [20] pretende explicar los distintos factores que consiguen que un usuario acepte o rechace una aplicación software.

Para ello el cuestionario se basa en medir la utilidad y la facilidad de uso, entre otros factores, que los usuarios perciben de la aplicación. En la siguiente imagen (Figura 5.1 Esquema cuestionario TAM) podemos ver el flujo que sigue este cuestionario.

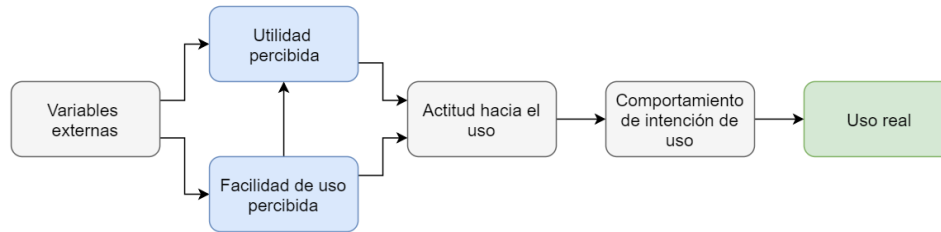


Figura 5.1 Esquema cuestionario TAM

Como podemos ver en el esquema anterior, existen otras variables externas que pueden hacer que el usuario utilice la aplicación o no, pero es posible obtener una aproximación sobre el software como queda demostrado en [20].

Este cuestionario ha sido ligeramente modificado para adaptarlo a nuestro proyecto [1] y de esta manera obtener un resultado más preciso en la encuesta. Hemos añadido otros campos que el usuario puede percibir de nuestra aplicación como son: el disfrute percibido, que indica lo bien que lo ha pasado el usuario con nuestra aplicación; el compromiso percibido, que indica el compromiso que ha adquirido el usuario tras usar nuestra aplicación; y la intención de uso percibida, que nos indica si el usuario volverá a utilizar la aplicación.

Para la realización del cuestionario, en primer lugar, se creó un escenario para su realización. Dicho escenario consistía en la realización de un curso de aprendizaje diseñado por la DGT con el fin de encontrar posibles zonas de riesgo de accidentes. Los usuarios tendrían que utilizar la aplicación para completar correctamente el curso y de esta manera, obtener puntos y subir de nivel.

Una vez definido el escenario se entregó la aplicación a los clientes en un dispositivo móvil. Se les informó sobre la utilidad y el objetivo de la aplicación sin dar grandes detalles de esta. Y una vez que observaron el entorno, se les asignó la siguiente tarea a realizar:

- T1: Completar correctamente un curso creado por una organización.

El fin de esta tarea es la de familiarizar a los usuarios con la aplicación y obtener la percepción que estos reciben. Se ha de tener en cuenta que únicamente se está utilizando una de las funcionalidades de la aplicación, por lo que los resultados obtenidos estarán relacionados únicamente con esta. Una vez realizada la tarea se les entregó el cuestionario TAM. Cada una de las preguntas del cuestionario se respondió utilizando la escala de Likert [21], esta escala divide las respuestas de las preguntas en cinco categorías de las cuales el usuario debe seleccionar una: 5 para totalmente de acuerdo, 4 para de acuerdo, 3 para ni en acuerdo ni en desacuerdo, 2 para en desacuerdo y 1 para totalmente en desacuerdo. Esta escala ha sido también utilizada en [1].

A continuación, mostramos las preguntas realizadas en el cuestionario TAM a los usuarios en la Tabla 5.1 Preguntas del cuestionario TAM..

PREGUNTAS DEL CUESTIONARIO TAM	
Facilidad de uso percibida (PEOU)	
ID	Pregunta
PEOU1	En todo momento sé qué curso estoy realizando y el progreso que llevo del mismo.
PEOU2	Comprender las funcionalidades de la aplicación es fácil.
PEOU3	Aprender a utilizar la aplicación es fácil.
PEOU4	Recordar cómo funciona la aplicación es fácil.
PEOU5	La navegación a través de la aplicación es fácil.
PEOU6	Utilizar el mapa de la aplicación hace más fácil la realización del curso.
PEOU7	En general, creo que la aplicación es fácil de usar.
Utilidad percibida (PU)	
ID	Pregunta
PU1	Usar la aplicación me ayudaría a informar de emergencias más rápido.
PU2	Usar la aplicación me ayudaría a participar en emergencias.
PU3	Después de usar la aplicación sabré más sobre las emergencias.
PU4	Usando la aplicación seré más útil para mi comunidad.
PU5	Después de usar la aplicación, estaré más preparado cuando ocurra una emergencia.
Disfrute percibido (PE)	
ID	Pregunta
PE1	Ganar puntos aumenta mi disfrute.
PE2	Participar en un curso aumenta mi disfrute.
PE3	Realizar el curso con realidad aumentada aumenta mi disfrute.
PE4	En general, la aplicación me parece agradable.
Compromiso percibido (PEN)	
ID	Pregunta
PEN1	Recibir puntos por participar me motiva a utilizar la aplicación más de lo que hubiera hecho de otra manera.
PEN2	Las habilidades de aprendizaje con cursos me motivan a usar la aplicación más de lo que hubiera hecho de otra manera.
PEN3	Realizar tareas en forma de cursos me motiva a usar la aplicación más de lo que hubiera hecho de otra manera.
PEN4	Poder acceder a cursos más difíciles según mi nivel me motiva a usar la aplicación más de lo que hubiera hecho de otra manera.
PEN5	En general, creo que la aplicación es atractiva
Intención de uso percibida (INT)	
ID	Pregunta

INT1	Tengo la intención de utilizar esta aplicación en el futuro
INT2	Recomendaré esta aplicación a otros

Tabla 5.1 Preguntas del cuestionario TAM.

5.2 Resultados

A continuación, se exponen los resultados obtenidos de la realización del cuestionario y se realiza un análisis para observar las reacciones de los usuarios de cara a la aplicación.

Para observar estos resultados se muestra la Tabla 5.2 Resultados del cuestionario TAM, en la que se ha obtenido la media, la desviación estándar y el número de participantes para cada una de las preguntas del cuestionario.

RESULTADOS DEL CUESTIONARIO TAM							
Id	Media	S.D.	N.	Id	Media	S.D.	N.
PEOU1	4,6	0,49	10	PE1	4,4	0,66	10
PEOU2	4,3	0,78	10	PE2	4,4	0,66	10
PEOU3	4,1	0,7	10	PE3	4,5	0,67	10
PEOU4	4,8	0,4	10	PE4	4,5	0,67	10
PEOU5	4,4	0,8	10	PEN1	4,7	0,46	10
PEOU6	4,7	0,46	10	PEN2	4,4	0,49	10
PEOU7	4,6	0,49	10	PEN3	4,4	0,66	10
PU1	4,1	0,83	10	PEN4	4,3	0,78	10
PU2	4	1	10	PEN5	4,6	0,49	10
PU3	4,3	0,64	10	INT1	4,1	0,7	10
PU4	3,9	0,7	10	INT2	4,3	0,64	10
PU5	4,1	0,94	10				

Tabla 5.2 Resultados del cuestionario TAM

Como podemos ver únicamente tenemos una pregunta con una media por debajo del 4, esta es la PU4, también contamos con PU2 que tiene exactamente una media de 4. Con estos valores, aun siendo buenos para el experimento realizado (una puntuación de 4 sobre 5) indican que la utilidad percibida de la aplicación en los usuarios no es tan obvia.

Por otro lado, los valores más altos obtenidos han sido en las preguntas de compromiso percibido de la aplicación, esto indica que la técnica de gamificación ha dado resultado y aumenta la participación de los usuarios.

Hemos de tener en cuenta la desviación estándar nos indica como de variadas han sido las respuestas de los usuarios para cada una de las preguntas. Una mayor desviación estándar muestra una menor precisión en la respuesta.

En términos generales, el cuestionario ha resultado satisfactorio ya que, en general, todas las preguntas cuentan con una buena puntuación. Como hemos mencionado antes, todos los usuarios partían de una base de conocimientos básicos de tecnología móvil, esta característica puede modificar los resultados del cuestionario. El número de usuarios fue reducido (10 usuarios) y no nos centramos en ningún sector de la sociedad en concreto, aun así, nos sirve como experimento piloto para obtener una valoración general de la aplicación.

6. GESTIÓN DEL PROYECTO

Para desarrollar el proyecto correctamente es importante conocer cada una de las fases que lo componen, cuanta carga de trabajo generarán cada una de esas fases y como se han organizado, con el fin de llevar un mayor control del proyecto y prever de esta manera la planificación que este debería seguir. Una vez obtenido estos valores veremos el impacto socio-económico y los presupuestos que han sido necesarios para la elaboración del proyecto.

6.1 Fases del proyecto

Como hemos dicho en la introducción de este capítulo, el desarrollo del proyecto está dividido en diferentes fases, que a la vez se dividen en otras subfases. Con el fin de desarrollar la aplicación correctamente hemos utilizado el modelo de ciclo de vida de software. Con este modelo podemos solucionar cualquier fallo que encontremos en cada fase del proyecto volviendo a la anterior.

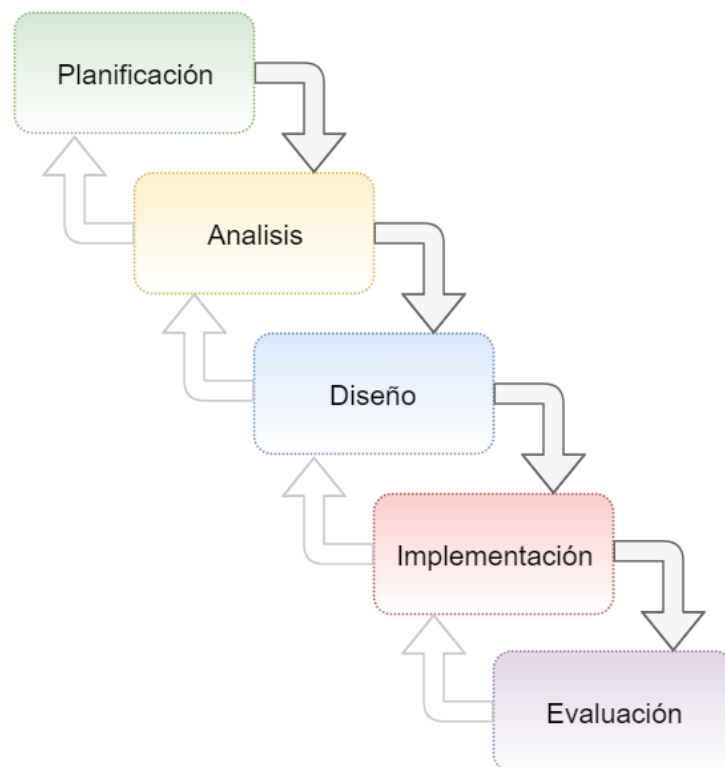


Figura 6.1 Fases del proyecto

Como podemos observar en la Figura 6.1 Fases del proyecto, este modelo es secuencial, es decir, que hasta que no terminemos una fase superior, no podemos pasar a la siguiente debido a que están directamente relacionadas. Se puede decir que este modelo

funciona en cascada, ya que cada cambio en una fase superior, provoca una alteración en las fases inferiores. En el caso de que se produjese algún fallo que hubiese que solucionar, también funciona de manera inversa ya que un error en una fase inferior provocara un cambio en la fase superior. De esta manera se mantiene en todo momento la consistencia del proyecto.

A continuación, mostramos todas las fases y subfases de nuestro proyecto ordenadas por orden de realización.

- Planificación
 - Definición de objetivos
 - Estudio inicial (estado de la cuestión, tecnología requerida)
 - Estudio de presupuesto
- Análisis
 - Selección de actores y escenarios
 - Requisitos
 - Validación con el cliente
- Diseño
 - Elección de arquitectura
 - Adaptación a arquitectura
 - Creación de Wireframes
 - Diseño de la aplicación
 - Validación con el cliente
- Implementación
 - Generación de interfaz
 - Creación de generador de escenas
 - Creación de página de mapa
 - Creación de página de menú
 - Creación de creador de cursos
 - Conexión con el servidor
 - Creación de prototipo
- Evaluación
 - Elección de usuarios
 - Diseño del cuestionario
 - Realización del cuestionario
 - Evaluación de los resultados
- Documentación

6.2 Planificación

A continuación, exponemos la planificación que se ha seguido para el desarrollo del proyecto mediante los diagramas de Gantt. En primer lugar, el diagrama esperado y, posteriormente, el diagrama real. De esta manera podemos obtener una aproximación al tiempo que vamos a tardar en desarrollar el proyecto, aunque hemos de tener en cuenta que este tiempo puede variar debido a problemas durante el desarrollo. El proyecto comenzó el lunes 22 de enero de 2018 y finalizó el viernes 27 de julio de 2018. Un total de 135 días (de lunes a viernes cada semana). El trabajo estimado por semana es de 20 horas (4 horas al día). Con esto obtenemos un total de 540 horas de duración de proyecto.

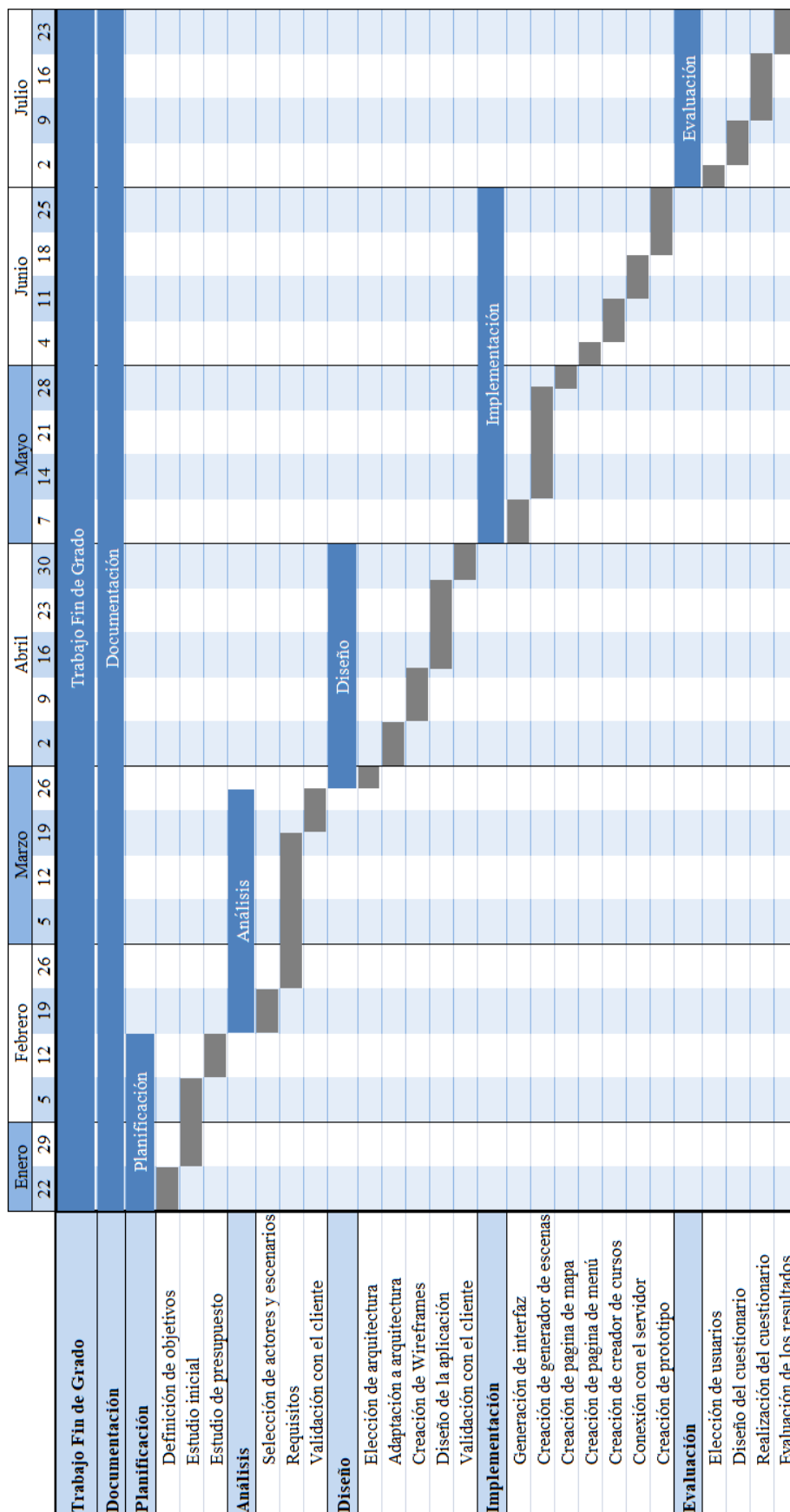


Figura 6.2 Gantt esperado

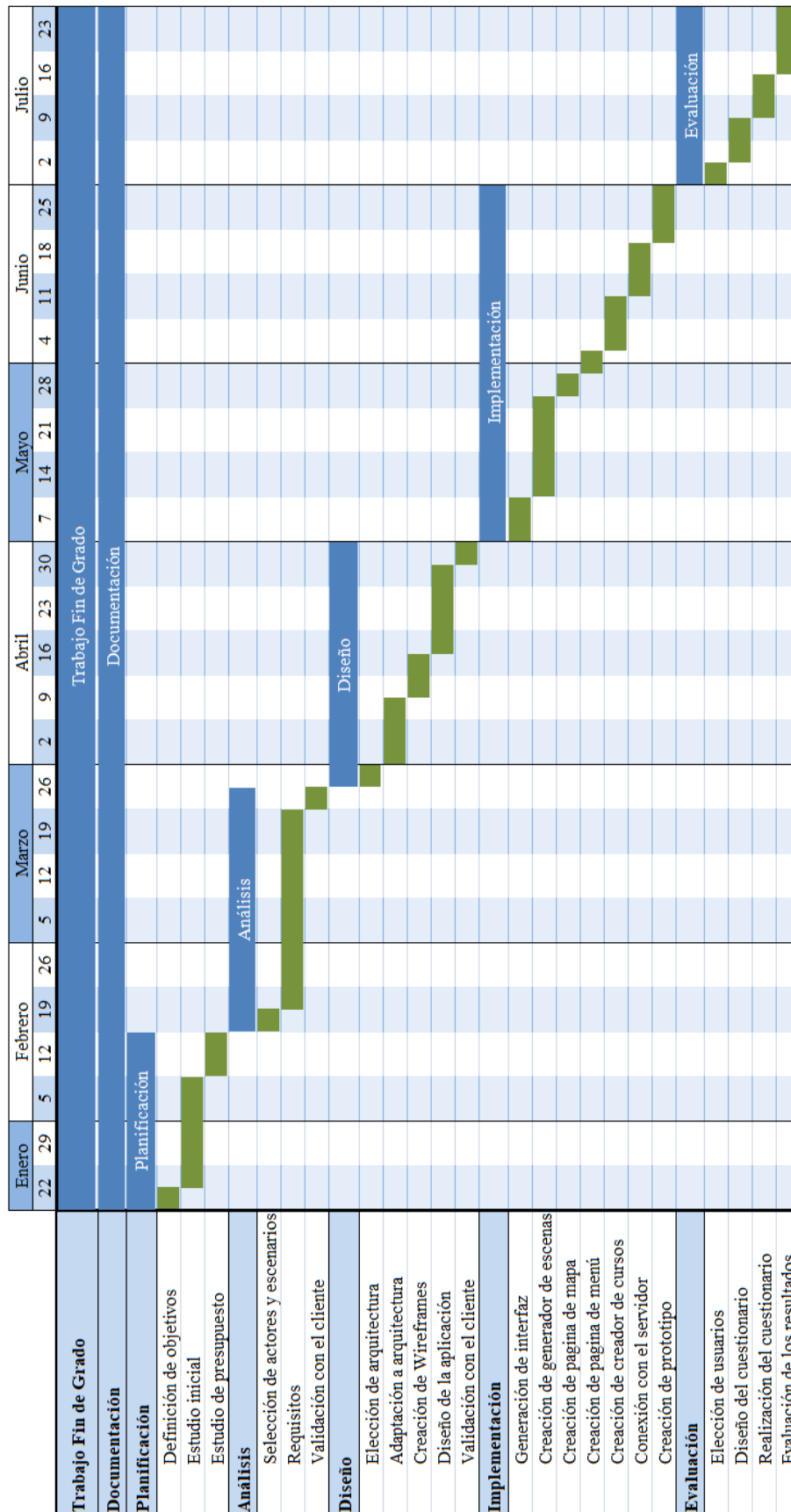


Figura 6.3 Gantt real

Como podemos observar, no existe una gran diferencia entre el Gantt esperado y el Gantt real, esto significa que se han seguido todos los pasos del proyecto correctamente y que no nos hemos encontrado con grandes problemas. Si no, este hubiera aumentado su tiempo de desarrollo.

6.3 Impacto socio-económico

En esta apartado hablamos del impacto social que se espera tras desarrollar el proyecto.

Como vamos a ver, a continuación, este impacto puede llegar a ser significativo ya que se está desarrollando una aplicación que se centra en los usuarios que la usarán.

En lo relacionado con el entorno social, al que afecta directamente la aplicación, podríamos distinguir tres grandes grupos. En primer lugar, hablamos de la relación que nuestro proyecto ofrece entre los distintos usuarios, con posibilidad de unirse para realizar los cursos en grupos se fomentara la comunicación y el trabajo en equipo entre los mismos para obtener una mejor organización en caso de actuación en el mundo real.

Por otro lado, también se observa un impacto en el tratamiento de emergencias sencilla en la ciudad que nuestros usuarios aprenderán a controlar con el uso de la aplicación, totalmente extrapolable a una situación de emergencia real. Con esto se consigue concienciar a los ciudadanos de los pasos que han de seguir en caso de encontrarse con cualquier tipo de emergencia. Y este es uno de los puntos más importante ya que, de forma indirecta, se está instruyendo a cada uno de los usuarios en este campo.

El impacto económico también es visible y pensamos que una gran cantidad de usuarios pueden llegar a ser instruidos sin disponer de recursos, únicamente con el móvil, al igual que las organizaciones dedicadas al tratamiento de estas incidencias, pues usaran nuestro proyecto como un medio para obtener información de distintos sucesos sin tener que trasladarse al lugar o gastar recursos en la utilización de sensores, se podría decir que los usuarios de la aplicación son los propios sensores que facilitan el trabajo a las organizaciones.

Por último, también se fomenta una mayor comunicación entre las organizaciones dedicadas al tratamiento de este tipo de incidencias y los usuarios. Para ello se ofrecen cursos creados por estas mismas organizaciones que los usuarios pueden utilizar, con el fin de crear un acercamiento entre estas dos entidades. De esta manera aumenta considerablemente la colaboración de las personas en este tipo de acontecimientos.

En conclusión, como podemos observar el impacto social de nuestro proyecto es considerable por todas las ventajas que puede ofrecer a distintos tipos de usuarios, relacionadas con la facilidad de uso que tienen a la hora de instruirles mediante el dispositivo móvil.

6.4 Presupuesto

A continuación, vamos a exponer el presupuesto necesario para el desarrollo del proyecto.

En el caso de nuestro trabajo, el alumno cumple los papeles de analista, diseñador y programador. Mientras que, por otro lado, el tutor tiene el papel de Jefe de proyecto ya que es el encargado de guiar al alumno durante todo el desarrollo, por lo que también hay que tenerlo en cuenta a la hora de definir los presupuestos del proyecto.

Tiendo en cuenta los resultados del apartado de planificación [6.2], el proyecto ha durado un total de 540 horas divididas entre los cuatro roles que hemos mencionado antes que cumple el alumno. Esto teniendo en cuenta que se ha desarrollado durante 135 días trabajando una media de 4 horas al día.

Seguidamente mostramos la Tabla 6.1 Costes de personal, de presupuesto de personal teniendo en cuenta estos datos que hemos mencionado:

COSTES DE PERSONAL			
Rol	Horas trabajadas	Coste de la hora(€/hora)	Coste total(€)
Jefe de proyecto	120	50	6.000
Analista	148	30	4.440
Diseñador	112	40	4.480
Programador	160	20	3.200
		TOTAL	18.120 €

Tabla 6.1 Costes de personal

En total, el gasto de personal para el proyecto es de DIECIOCHO MIL CIENTO VEINTE EUROS (18.120€), IVA no incluido.

Ahora vamos a exponer los costes del material (Tabla 6.2 Costes de material) requerido para el desarrollo del proyecto, tanto equipos, como licencias de software, dispositivos, etc.

COSTES DE MATERIAL					
Material	Renting / Compra	Amortización por mes (€/mes) / Precio unitario (€)	Unidades	Duración proyecto	Coste total
Acer Aspire V13 (i7/8GB/240 SSD)	Renting	104 €/mes	4	6,2 meses	2.912 €
Xiaomi A1	Compra	160 €	2	6,2 meses	320 €
Router Linksys WRT54GL-EU	Compra	60 €	1	6,2 meses	60 €
Office 2016	Compra	50 €	4	6,2 meses	200 €
			TOTAL		3.492 €

Tabla 6.2 Costes de material

Por lo tanto, el gasto del material total para realizar el proyecto es de TRES MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS (3.492 €) IVA no incluido.

Para optimizar el presupuesto del proyecto se ha decidido crear un contrato de Renting con los equipos usados en el desarrollo de la aplicación, ya que nos supone el mayor gasto de material.

Para concluir, vamos a calcular el coste total del proyecto (Tabla 6.3 Coste total):

COSTE TOTAL	
Tipo de coste	Total (€)
Personal	18.120
Material	3.492
TOTAL	21.612 €

Tabla 6.3 Coste total

Finalmente obtenemos un coste total del proyecto de VIENTIÚN MIL SEISCIENTOS DOCE EUROS (21.612 €) IVA no incluido.

La financiación del proyecto se ha obtenido mediante el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) de la UE, con la temática de innovación e investigación. Con esta

financiación podremos hacer frente a todos los gastos necesarios para el desarrollo de la aplicación, tanto materiales como de personal.

7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Este es el último capítulo del documento presente, en el cual se expone una conclusión del desarrollo completo de proyecto en forma de colofón para la finalización del documento. También se presentan distintas líneas de trabajo que podría seguir el proyecto en un futuro, con el objetivo de aumentar su funcionalidad o enfocarlo de una manera diferente según se requiera.

7.1 Conclusiones

La realización de este proyecto se decidió realizando un estudio actual sobre las aplicaciones móviles dedicadas al sector del tratamiento de emergencias. Como se puede ver en el estudio realizado, el nivel de compromiso de los usuarios en este tipo de aplicaciones es muy bajo, por lo que se decidió crear una aplicación con nuevas tecnologías más interactivas con el fin de aumentar la participación de los usuarios en este campo. Para la realización de esta aplicación nos basamos en la tecnología móvil, la más cómoda y sencilla para los usuarios y como tecnología para llamar su atención la realidad aumentada, la cual cumple el papel de mantener al usuario atento y aumentar su disfrute.

Una vez realizado el análisis de la situación actual, se propuso el desarrollo de la aplicación con dos funciones básicas. Por un lado, la de implementar la sección de cursos con realidad aumentada sobre la plataforma iWarn [1] para ofrecer una nueva experiencia a los usuarios, y por otro lado, la de crear una plataforma desde la cual distintas organizaciones pueden crear contenido de realidad aumentada para usarlo en dicha aplicación.

Seguidamente se realizó un análisis de requisitos para ver las funcionalidades que debía tener nuestra aplicación y, de alguna manera, restringirla con una serie de parámetros para que su desarrollo fuese viable.

Tras esto, se pasó a la fase de diseño y desarrollo de aplicación. Para esto, primero se hizo un análisis de las distintas tecnologías disponibles y una vez seleccionada la tecnología óptima, se comenzó a trabajar sobre ella. A continuación, se desarrollaron todos los componentes, paquetes, conexiones y archivos de la aplicación con el fin de conseguir un prototipo funcional con las características básicas.

Por último, con el prototipo terminado, se decidió realizar un estudio en forma de encuesta sobre una serie de usuarios que probarían la aplicación. El fin de esta evaluación es la de obtener las primeras impresiones de los usuarios para así poder solucionar problemas futuros.

Como pudimos observar después de la realización de la encuesta las reacciones de los usuarios fueron bastante buenas en relación a algunas características de la aplicación como su facilidad de uso, la usabilidad, el disfrute, el compromiso y la intención de uso. Aunque, como mencionamos con anterioridad en los resultados [5.2], la evaluación ha sido un experimento piloto, ya que para obtener unos resultados más precisos se debería contar con un mayor número de candidatos y con unas características similares.

Como colofón, se podría añadir que el desarrollo del proyecto se cumplió con éxito dentro del periodo definido en la planificación del mismo y con todo esto como premisa, a continuación, se abren nuevas posibles líneas de investigación sobre las cuales se podría enfocar este proyecto con el fin de seguir con su desarrollo y continuar con el objetivo que se definió al comienzo del mismo.

7.2 Trabajo futuro

En el desarrollo de este proyecto el tiempo ha sido limitado, por lo que a continuación se exponen futuras líneas de trabajo para continuar con el mismo.

En primer lugar, se puede incluir nuevas funcionalidades a la aplicación desarrollada, tanto descritas por los usuarios como por los componentes del equipo de desarrollo con el fin de aumentar sus cualidades y ofrecer una experiencia mucho más elaborada a los usuarios finales. Al igual que solucionar alguno de los fallos que pueden aparecer en la aplicación ya desarrollada. Una de las ideas principales siguiendo esta línea es la de dar más facilidades a la hora de obtener la localización geográfica de los distintos puntos o ampliar la información mostrada en el mapa con opciones de ver todos los puntos de un determinado curso.

Otra de las posibles líneas de trabajo futuro, como ya hemos mencionado antes, sería la de realizar una evaluación con más usuarios, con el fin de analizar el desarrollo que se está llevando de la aplicación y así adaptarse a las características de los mismos, que, al fin y al cabo, son los que decidirán si usar la aplicación o no. Teniendo en cuenta los resultados del experimento realizado se debería realizar un estudio con un número mayor de participantes y con características similares.

Por último, y más a largo plazo, continuar con la implementación de nuevos tipos de cursos, misiones, trabajo en equipo, para la aplicación iWarn, con el fin de ofrecer mayores posibilidades al usuario. Para ello se podrían utilizar otras tecnologías que sigan los mismos principios que las utilizadas, sencillez en su uso, potentes funcionalidades, disfrute en el usuario, etc.

Siempre, con el objetivo de obtener una mayor colaboración entre los usuarios y las organizaciones que utilicen la aplicación.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Romano, P. Díaz y I. Aedo, «A gamified platform for civic engagement in early warning,» *Interacción 2018, 2018 Association for Computing Machinery*, 2018.
- [2] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi y F. Kishino, «Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum,» *SPIE. Telemanipulator and Telepresence Technologies*, vol. 2351, pp. 282-292, 1994.
- [3] C. Prendes Espinosa, «Augmented Reality and Education: Analysis of practical experiences,» *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, nº 46, pp. 108-203, 2015.
- [4] I. K. E., S. Siloju, R. S. T. y A. V. S., «Gamification of Emergency Response Training,» *ISI 2013, June 4-7*, pp. 134-136, 2013.
- [5] R. R. M. y E. D. L., «Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being,» *American Psychologist*, vol. 55, nº 1, pp. 68-78, 2000.
- [6] P. Díaz, J. C. M. y I. Aedo, «Coproduction as an Approach to Technology-Mediated Citizen Participation in Emergency Management,» *Future Internet*, vol. 8, nº 41, pp. 1-16, 2016.
- [7] P. Di Giovanni, M. Romano, M. Sebillio, G. Tortora, G. Vitiello, T. Ginige, L. De Silva, J. Goonethilaka, G. Wikramanayake y A. Ginige, «User Centered Scenario Based Approach for Developing Mobile Interfaces for Social Life Networks,» *UsARE 2012, Zurich, Switzerland*, nº 978-1-4673-1846-4/12/, pp. 18-24, 2012.
- [8] «IONIC,» MIT, 2018. [En línea]. Available: <https://ionicframework.com/>. [Último acceso: 23 Abril 2018].
- [9] «Apache Cordova,» The Apache Software Foundation, 2015. [En línea]. Available: <https://cordova.apache.org/>. [Último acceso: 23 Abril 2018].
- [10] «Node JS,» Node.js Foundation, 2018. [En línea]. Available: <https://nodejs.org/es/>. [Último acceso: 23 Abril 2018].
- [11] M. Herdina y P. Nagele, «Wikitude,» Wikitude GmbH, 2018. [En línea]. Available: <https://www.wikitude.com/>. [Último acceso: 24 Abril 2018].

- [12] «Vuforia,» PTC Inc., 2018. [En línea]. Available: <https://www.vuforia.com/>. [Último acceso: 24 Abril 2018].
- [13] «Argon.js,» Georgia Tech Research Corporation, 2009. [En línea]. Available: <https://www.argonjs.io/>. [Último acceso: 24 Abril 2018].
- [14] J. Etienne, «AR.js - Augmented Reality for the Web,» [En línea]. Available: <https://github.com/jeromeetienne/AR.js/blob/master/README.md>. [Último acceso: 25 Julio 2018].
- [15] W. Parrott, «Ezartech,» 2018. [En línea]. Available: <http://ezartech.com/>. [Último acceso: 24 Abril 2018].
- [16] P. Lamb, H. Kato y M. Billinghurst, «ARToolKit,» Human Interface Technology Lab, [En línea]. Available: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>. [Último acceso: 10 Julio 2018].
- [17] Google, «Google Maps Platform,» [En línea]. Available: <https://cloud.google.com/maps-platform/?hl=es>. [Último acceso: 18 Julio 2018].
- [18] «A-FRAME Docs,» [En línea]. Available: <https://aframe.io/docs/0.8.0/introduction/>. [Último acceso: 24 Julio 2018].
- [19] G. Khronos, «glTF Overview,» [En línea]. Available: <https://www.khronos.org/glTF/>. [Último acceso: 25 Julio 2018].
- [20] F. D. D., R. Bagozzi y P. W. R., «User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models,» *Management Science*, vol. 35, nº 8, pp. 982-1003, 1989.
- [21] Wikipedia, «Escala Likert,» 2018 Marzo 2. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_Likert. [Último acceso: 20 Julio 2018].
- [22] R. J.K. Jacob, A. Girouard, L. M. Hirshfield, M. S. Horn, O. Shaer, E. Treacy Solovey y J. Zigelbaum, «Reality-Based Interaction: A Framework for Post-WIMP Interfaces,» *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 201-210, 2008.

ANEXO A: ACRÓNIMOS

- **RA** Realidad Aumentada
- **QR** Quick Response (Respuesta rápida)
- **3D** 3 Dimensiones
- **GPS** Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global)
- **RS** Requisito Software
- **BBDD** Base de Datos
- **APTB** Asociación Profesional de Técnicos de Bomberos
- **UI** User Interface (Interfaz de usuario)
- **API** Application Programming Interface (Interfaz de programación de aplicaciones)
- **SDK** Software Development Kit (Kit de desarrollo de software)
- **HTML** HyperText Markup Language (Lenguaje de marcado de hipertexto)
- **CSS** Cascading Style Sheets (Hojas de estilo en cascada)
- **UWP** Universal Windows Platform (Plataforma universal de Windows)
- **RGPD** Reglamento General de Protección de Datos
- **UE** Unión Europea
- **LOPD** Ley Orgánica de Protección de Datos
- **AEPD** Agencia Española de Protección de Datos
- **MIT** Massachusetts Institute of Technology (Instituto tecnológico de Massachusetts)
- **GNU** GNU's Not Unix (GNU no es Unix)
- **IVA** Impuesto sobre el Valor Añadido
- **FEDER** Fondo Europeo de Desarrollo Regional
- **MVC** Modelo Vista Controlador
- **HTTP** HyperText Transfer Protocol (Protocolo de transferencia de hipertexto)
- **PHP** PHP Hypertext Preprocessor (Preprocesador de hipertexto PHP)
- **SQL** Structured Query Language (Lenguaje de consulta estructurado)

- **PK** Primary Key (Clave primaria)
- **GLTF** GL Transmission Format (Formato de transmisión GL)
- **DGT** Dirección General de Tráfico
- **TAM** Technology Acceptance Model (Modelo de aceptación de tecnología)

ANEXO B: FORMULARIO TAM

Las respuestas de cada una de las preguntas están asignadas a números que indican el nivel de acuerdo o desacuerdo con la pregunta, las únicas posibilidades de respuesta son las siguientes:

- 5 - Totalmente de acuerdo
- 4 - De acuerdo
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 2 - En desacuerdo
- 1 - Totalmente en desacuerdo

Se seleccionará un solo número para cada una de las preguntas.

Al final se dispone de un campo de observaciones para escribir una opinión propia sobre el software. No es obligatorio, pero si recomendable.

Datos del encuestado

Nombre: _____

Apellidos: _____

Edad: _____ Fecha de nacimiento: ____/____/____

Profesión/Ocupación: _____

Conocimientos de tecnología móvil (marque con una X):

Avanzados	<input type="checkbox"/>
Básicos	<input type="checkbox"/>
Sin conocimientos	<input type="checkbox"/>

Experiencia anterior con aplicaciones de realidad aumentada (marque con una X):

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

Facilidad de uso percibida (PEOU)	5	4	3	2	1
En todo momento sé qué curso estoy realizando y el progreso que llevo del mismo.					
Comprender las funcionalidades de la aplicación es fácil.					
Aprender a utilizar la aplicación es fácil.					
Recordar cómo funciona la aplicación es fácil.					
La navegación a través de la aplicación es fácil.					
Utilizar el mapa de la aplicación hace más fácil la realización del curso.					
En general, creo que la aplicación es fácil de usar.					

Utilidad percibida (PU)	5	4	3	2	1
Usar la aplicación me ayudaría a informar de emergencias más rápido.					
Usar la aplicación me ayudaría a participar en emergencias.					
Después de usar la aplicación sabré más sobre las emergencias.					
Usando la aplicación seré más útil para mi comunidad.					
Después de usar la aplicación, estaré más preparado cuando ocurra una emergencia.					

Disfrute percibido (PE)	5	4	3	2	1
Ganar puntos aumenta mi disfrute.					
Participar en un curso aumenta mi disfrute.					
Realizar el curso con realidad aumentada aumenta mi disfrute.					
En general, la aplicación me parece agradable.					

Compromiso percibido (PEN)	5	4	3	2	1
Recibir puntos por participar me motiva a utilizar la aplicación más de lo que hubiera hecho de otra manera.					
Las habilidades de aprendizaje con cursos me motivan a usar la aplicación más de lo que hubiera hecho de otra manera.					
Realizar tareas en forma de cursos me motiva a usar la aplicación más de lo que hubiera hecho de otra manera.					
Poder acceder a cursos más difíciles según mi nivel me motiva a usar la aplicación más de lo que hubiera hecho de otra manera.					
En general, creo que la aplicación es atractiva					

Intención de uso percibida (INT)	5	4	3	2	1
Tengo la intención de utilizar esta aplicación en el futuro					
Recomendaré esta aplicación a otros					

Observaciones

ANEXO C: RESPUESTAS FORMULARIO TAM

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	Juan Carlos	PEOU1	4	PU1	4	PE4	3
Apellidos	Calderón Campón	PEOU2	4	PU2	5	PEN1	4
Edad	28	PEOU3	3	PU3	5	PEN2	4
Fecha de nacimiento	15 de marzo de 1990	PEOU4	5	PU4	4	PEN3	5
Profesión / Ocupación	Informática	PEOU5	5	PU5	2	PEN4	3
Conocimientos tec. móvil	Avanzados	PEOU6	4	PE1	3	PEN5	4
Exp. RA	No	PEOU7	4	PE2	3	INT1	3
Observaciones	Añadir distintos lenguajes inglés-español-italiano.			PE3	3	INT2	5

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	Laura	PEOU1	5	PU1	5	PE4	5
Apellidos	Cebrián Santaolalla	PEOU2	5	PU2	5	PEN1	5
Edad	22	PEOU3	4	PU3	5	PEN2	5
Fecha de nacimiento	3 de mayo de 1996	PEOU4	5	PU4	5	PEN3	5
Profesión / Ocupación	Estudiante	PEOU5	5	PU5	5	PEN4	5
Conocimientos tec. móvil	Básicos	PEOU6	5	PE1	4	PEN5	5
Exp. RA	No	PEOU7	5	PE2	4	INT1	5
Observaciones	Me gusta el diseño y es fácil de utilizar.			PE3	5	INT2	5

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	Javier	PEOU1	4	PU1	3	PE4	4
Apellidos	Díaz Gigante	PEOU2	5	PU2	2	PEN1	5
Edad	25	PEOU3	5	PU3	4	PEN2	5
Fecha de nacimiento	15 de enero de 1993	PEOU4	5	PU4	3	PEN3	4
Profesión / Ocupación	Estudiante	PEOU5	3	PU5	4	PEN4	5
Conocimientos tec. móvil	Avanzados	PEOU6	4	PE1	5	PEN5	5
Exp. RA	Si	PEOU7	5	PE2	4	INT1	4
Observaciones	La aplicación está bien planteada, su uso podría reducir los riesgos pero nada compromete a su usuario a seguir los pasos en caso de emergencia real			PE3	5	INT2	4

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	Javier	PEOU1	5	PU1	5	PE4	5
Apellidos	Torres Pacheco	PEOU2	5	PU2	5	PEN1	5
Edad	42	PEOU3	5	PU3	5	PEN2	5
Fecha de nacimiento	31 de octubre de 1975	PEOU4	5	PU4	5	PEN3	5
Profesión / Ocupación	Telecomunicaciones	PEOU5	5	PU5	5	PEN4	5
Conocimientos tec. móvil	Avanzados	PEOU6	5	PE1	5	PEN5	5
Exp. RA	Si	PEOU7	5	PE2	5	INT1	5
Observaciones	La aplicación ayudaría a prevenir emergencias cotidianas.			PE3	5	INT2	5

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	Delia Elisa	PEOU1	5	PU1	5	PE4	4
Apellidos	Budeanu	PEOU2	5	PU2	4	PEN1	5
Edad	21	PEOU3	5	PU3	3	PEN2	4
Fecha de nacimiento	18 de enero de 1997	PEOU4	5	PU4	3	PEN3	3
Profesión / Ocupación	Estudiante	PEOU5	3	PU5	5	PEN4	4
Conocimientos tec. móvil	Básicos	PEOU6	4	PE1	4	PEN5	4
Exp. RA	No	PEOU7	5	PE2	4	INT1	4
Observaciones				PE3	5	INT2	4

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	Alberto	PEOU1	5	PU1	4	PE4	5
Apellidos	Martín Mateos	PEOU2	4	PU2	4	PEN1	5
Edad	18	PEOU3	4	PU3	5	PEN2	4
Fecha de nacimiento	6 de octubre de 1999	PEOU4	5	PU4	3	PEN3	4
Profesión / Ocupación	Estudiante	PEOU5	4	PU5	3	PEN4	4
Conocimientos tec. móvil	Avanzados	PEOU6	5	PE1	4	PEN5	5
Exp. RA	Si	PEOU7	4	PE2	5	INT1	3
Observaciones				PE3	5	INT2	3

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	María Montaña	PEOU1	5	PU1	3	PE4	5
Apellidos	Mateos Sánchez	PEOU2	4	PU2	3	PEN1	4
Edad	52	PEOU3	4	PU3	4	PEN2	4
Fecha de nacimiento	20 de Agosto de 1966	PEOU4	5	PU4	4	PEN3	5
Profesión / Ocupación	Celadora	PEOU5	5	PU5	4	PEN4	4
Conocimientos tec. móvil	Básicos	PEOU6	5	PE1	5	PEN5	5
Exp. RA	No	PEOU7	5	PE2	5	INT1	4
Observaciones				PE3	4	INT2	5

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	Juan Carlos	PEOU1	5	PU1	4	PE4	5
Apellidos	Martín Neria	PEOU2	5	PU2	3	PEN1	5
Edad	52	PEOU3	4	PU3	3	PEN2	5
Fecha de nacimiento	26 de abril de 1966	PEOU4	5	PU4	4	PEN3	5
Profesión / Ocupación	Jefe de servicio	PEOU5	5	PU5	4	PEN4	5
Conocimientos tec. móvil	Básicos	PEOU6	5	PE1	5	PEN5	5
Exp. RA	No	PEOU7	5	PE2	5	INT1	4
Observaciones				PE3	5	INT2	4

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	Sofía	PEOU1	4	PU1	3	PE4	5
Apellidos	Torres Aranda	PEOU2	3	PU2	4	PEN1	4
Edad	51	PEOU3	3	PU3	4	PEN2	4
Fecha de nacimiento	20 de agosto de 1967	PEOU4	4	PU4	4	PEN3	4
Profesión / Ocupación	Secretaria general	PEOU5	4	PU5	4	PEN4	5
Conocimientos tec. móvil	Básicos	PEOU6	5	PE1	5	PEN5	4
Exp. RA	No	PEOU7	4	PE2	5	INT1	4
Observaciones				PE3	4	INT2	4

DATOS DEL USUARIO		PREGUNTAS Y RESPUESTAS					
Nombre	Francisco Javier	PEOU1	4	PU1	5	PE4	4
Apellidos	Yepes Pereira	PEOU2	3	PU2	5	PEN1	5
Edad	51	PEOU3	4	PU3	4	PEN2	4
Fecha de nacimiento	8 de octubre de 1067	PEOU4	4	PU4	4	PEN3	4
Profesión / Ocupación	Encargado	PEOU5	5	PU5	5	PEN4	3
Conocimientos tec. móvil	Básicos	PEOU6	5	PE1	4	PEN5	4
Exp. RA	No	PEOU7	4	PE2	4	INT1	5
Observaciones				PE3	4	INT2	5